



Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería en Medioambiente
Ingeniería Ambiental

**PROPUESTA DE MEJORA PARA LA GESTIÓN DE OLORES EN
PLANTAS DE COMPOSTAJE EN CHILE**

**TRABAJO DE TITULACIÓN PARA OPTAR AL TÍTULO DE
INGENIERO AMBIENTAL**

AUTOR: Estaban Durán Vidal
Sebastián Alejandro Mardones Pérez

PROFESOR GUÍA: María Paz Varela

VALPARAÍSO, 2025

RESUMEN

La creciente generación de residuos orgánicos en Chile y las limitaciones en su disposición final han impulsado la expansión de plantas de compostaje como alternativa de valorización. No obstante, este aumento ha intensificado los conflictos socioambientales asociados a emisiones odorantes. En este contexto, la gestión de olores mediante la Guía para la Predicción y Evaluación de Impactos por Olor en el SEIA y el Instructivo para la Elaboración de un Plan de Gestión de Olores se ha vuelto un desafío relevante, dado que el cumplimiento parcial de estos instrumentos se asocia a un mayor riesgo de episodios odorantes y denuncias, mientras que una mayor aplicabilidad y trazabilidad del PGO reduce la probabilidad de conflictos al fortalecer la gestión operacional.

El objetivo de este trabajo fue proponer mejoras para la gestión de olores en plantas de compostaje, fortaleciendo la Guía del SEIA y el Instructivo del PGO mediante una metodología documental y comparativa aplicada a proyectos del SEIA y a plantas operativas previas a 2017. Los resultados evidenciaron baja estandarización, implementación parcial de los PGO y una débil relación entre características técnicas y potencial odorante. En el análisis de cumplimiento, las plantas evaluadas bajo el Instructivo del PGO presentaron resultados dispares, alcanzando Volta Los Lagos un 95 %, Ecomaule un 90 %, Centro Crucero un 25 % y Bulnes 1 un 10 %. En paralelo, los proyectos que contaban con Estudios de Impacto por Olor mostraron un cumplimiento promedio de 74,4 % respecto de la Guía del SEIA, evidenciando brechas comunes entre ambos instrumentos y una aplicación técnica aún insuficiente.

A partir de estas brechas se desarrolló una propuesta técnica basada en tres plantas “tipo”, construidas según patrones observados en los grupos de estudio, asignando factores de emisión diferenciados por etapa del proceso para representar con mayor precisión las variaciones operacionales y su vínculo con los impactos odorantes. Además, se definieron condiciones mínimas para escenarios de peor condición utilizando la temperatura como parámetro clave para caracterizar fases críticas y apoyar la evaluación predictiva. Finalmente, se diseñó una plantilla base estandarizada para PGO en compostaje, orientada a mejorar la trazabilidad y coherencia técnica mediante parámetros verificables y criterios de peor condición según etapa, residuo y tecnología. El estudio cumplió los objetivos planteados y consolidó una propuesta metodológica que fortalece la gestión odorante en el sector compostador, avanzando hacia una fiscalización ambiental más efectiva, homogénea y alineada con los principios de sostenibilidad promovidos en Chile.

AGRADECIMIENTOS

Sebastián Mardones Pérez:

A mis profesores guía, María Paz Varela y Fabio Carrera, por su apoyo constante, su orientación técnica y su disposición para acompañar cada etapa de este proceso. Su guía fue fundamental para avanzar con claridad, rigor y confianza.

A mi familia, por sostenerme incluso en los momentos en que sentí flaquear. A mi madre, por dedicar su tiempo, su amor y sus enseñanzas para formarme, inculcarme valores y acompañar cada una de mis metas, estando siempre cuando la he necesitado. A mi hermano, compañero de vida, quien fue refugio en mis días más difíciles y quien, con una sola palabra o una sonrisa, lograba levantarme cuando sentía que no podía más.

A mi abuela, por ser un apoyo incondicional desde mi primer día de formación básica hasta el último día de mi formación universitaria, acompañándome con dedicación, cariño y presencia en cada etapa que enfrenté.

A mi suegra, por abrirme las puertas de su hogar en un momento decisivo, brindándome una de las ayudas más significativas durante las últimas etapas académicas, permitiéndome estudiar y trabajar con estabilidad.

Finalmente, a mi pareja, Valentina Maite Hoces Concha, por estar en cada momento, bueno y malo, en los días de frío y de calor, tomándome la mano cuando todo parecía desmoronarse y celebrando mis logros con más alegría que nadie. Gracias por tu amor incondicional, por todas las enseñanzas que me entregaste incluso antes de estar juntos y por ser, sin duda, la mejor compañera para el resto de mi vida.

Esteban Durán Vidal:

En primer lugar, quiero expresar mi gratitud a Jesús, quien ha sido mi esperanza inquebrantable. En cada momento de duda, cansancio o confusión, Él fue mi fuerza, mi guía y mi maestro. Su amor me sostuvo y su gracia me permitió continuar aun cuando parecía imposible. Todo lo alcanzado ha sido porque Él estuvo conmigo.

A mi amada esposa, Evelyn Zárate, mi pilar fuerte, mi apoyo constante y mi descanso. Gracias por caminar a mi lado, por sostenerme en mis debilidades y celebrar cada pequeño avance conmigo. Tu amor, paciencia y fe fueron un refugio seguro en este proceso.

A mis padres, Lidia Vidal y César Durán, quienes me dieron las bases de lo que soy hoy. Su educación, sacrificios y valores sembraron en mí el carácter y la determinación necesarios para seguir adelante. Les debo más de lo que las palabras pueden expresar.

A la iglesia Ekklesia, que me acompañó con un apoyo incondicional. Gracias por demostrarme su amor en hechos, por cada oración, palabra, abrazo y gesto que me recordó que no estaba solo.

A mis hermanos, Alejandro y Sebastián Durán, quienes con honestidad y genuino cariño siempre han deseado lo mejor para mi vida. Gracias por estar, por escuchar y por animarme con un corazón sincero.

Y a mis queridos suegros, Heriberto Zárate y Leonor Sepúlveda, quienes han sido como padres para mí. Gracias por creer en mi capacidad incluso cuando yo dudaba, por su confianza, cariño y respaldo constante.

A todos ustedes, gracias por ser parte esencial de este camino. Cada paso que he dado lleva un poco de su amor, su fe y su compañía.

Índice

1	Introducción.....	1
1.1	Crecimiento poblacional, generación de residuos orgánicos y presión sobre la infraestructura de gestión.....	1
1.2	Compostaje como estrategia de valorización orgánica.....	2
1.2.1	Proceso de Compostaje.....	3
1.3	Clasificaciones de plantas en sus diferentes aspectos técnicos	10
1.3.1	Clasificación según clase de la materia prima.....	10
1.3.2	Clasificación según la capacidad de recepción.....	12
1.3.3	Clasificación según el método de compostaje.....	12
1.3.4	Tipos de infraestructura en plantas de compostaje.....	14
1.4	Emisiones odorantes en plantas de compostaje y su contexto ambiental:.....	15
1.5	Conflictos socioambientales asociados a olores molestos en plantas de compostaje	19
1.6	Instrumentos técnicos actuales y su relevancia en el marco regulatorio nacional.....	20
1.6.1	Guía para la Predicción y Evaluación de Impactos por Olor	21
1.6.2	Instructivo para la Elaboración de un Plan de Gestión de Olor.....	22
1.7	Marco normativo y regulatorio nacional e internacional: compostaje, olores y el nuevo rol del Decreto 40	22
2	Problema.....	25
3	Objetivos.....	26
4	Metodología.....	27
4.1	Metodología Objetivo 1: Sistematizar información respecto a proyectos de compostaje aprobados en el SEIA entre 2017 y 2024.	27
4.1.1	Definición del filtro para la construcción de la muestra de proyectos de estudio. 27	
4.1.2	Registro de muestra de proyectos de plantas de compostaje para el grupo 1....	30
4.1.3	Caracterización de los proyectos seleccionados en el grupo 1.....	31
4.1.4	Identificación de denuncias y sanciones de proyectos de plantas de compostaje pertinentes en el SNIFA.....	32

4.1.5	Solicitud de antecedentes sobre molestias por olor en plantas de compostaje grupo 1.	33
4.2	Metodología Objetivo 2: Sistematizar información respecto a proyectos de compostaje operativos en Chile previos al año 2017.	35
4.2.1	Definición y registro de proyectos pertenecientes al grupo 2.	36
4.2.2	Análisis técnico de proyectos seleccionados.	37
4.2.3	Identificación de denuncias en proyectos de plantas de compostaje del grupo 2 en el SNIFA.	38
4.2.4	Solicitud de antecedentes sobre molestias por olor en plantas de compostaje del grupo 2.	39
4.3	Metodología Objetivo 3: Comparar puntos pertinentes de la Guía e Instructivo con la información recopilada de las plantas de compostaje de ambos grupos.	40
4.3.1	Elaboración de una matriz comparativa de exigencias y orientaciones técnicas entre la Guía de Evaluación de Olores del SEIA y los EIO del grupo 1 y 2.	40
4.3.2	Elaboración de una matriz comparativa de exigencias y orientaciones según el Instructivo para la Elaboración de un Plan de Gestión de Olores (PGO).	43
4.3.3	Síntesis de brechas entre los PGO y el Instructivo para la Elaboración de un Plan de Gestión de Olores.	47
4.4	Metodología Objetivo 4: Formular propuestas de mejora a las brechas encontradas que fortalezcan la Guía y el Instructivo, enfocada en plantas de compostaje.	48
4.4.1	Propuesta de mejoras a las brechas encontradas entre la Guía de Predicción y evaluación de impactos por olor y los EIO	48
4.4.2	Propuesta de mejoras a las brechas encontradas entre el Instructivo para Elaborar un Plan de Gestión de Olores y los PGO.	49
5	Resultados	50
5.1	Resultados Objetivo 1: Sistematizar información respecto a proyectos de compostaje aprobados en el SEIA entre 2017 y 2024.	50
5.1.1	Definición del filtro para la construcción de la muestra de proyectos de estudio.	50
5.1.2	Registro de muestra de proyectos de plantas de compostaje para el grupo 1....	60
5.1.3	Caracterización de los proyectos seleccionados en el grupo 1.....	61

5.1.4	Identificación de denuncias y sanciones de proyectos de plantas de compostaje pertinentes en el SNIFA.....	67
5.1.5	Solicitud de antecedentes sobre molestias por olor en plantas de compostaje grupo 1.	68
5.2	Resultado Objetivo 2: Sistematizar información respecto a proyectos de compostaje operativos en Chile previos al año 2017.....	68
5.2.1	Definición y registro de proyectos pertenecientes al grupo 2.	68
5.2.2	Análisis técnico de proyectos seleccionados.	69
5.2.3	Identificación de proyectos de plantas de compostaje del grupo 2 en el SNIFA.	74
5.2.4	Solicitud de antecedentes sobre molestias por olor en plantas de compostaje del grupo 2.	75
5.3	Resultado Objetivo 3: Comparar puntos pertinentes de la guía e instructivo con la información recopilada de las plantas de compostaje de ambos grupos.	75
5.3.1	Elaboración de una matriz comparativa de exigencias y orientaciones técnicas entre la Guía de Evaluación de Olores del SEIA y los EIO del grupo 1 y 2.	75
5.3.2	Elaboración de una matriz comparativa de exigencias y orientaciones según el Instructivo para la Elaboración de un Plan de Gestión de Olores (PGO).	78
5.3.3	Identificación de brechas entre los PGO y el Instructivo para la Elaboración de un Plan de Gestión de Olores.	85
5.4	Resultado Objetivo Específico 4: Formular propuestas de mejora a las brechas encontradas que fortalezcan la Guía y el Instructivo, enfocada en plantas de compostaje. ..	87
5.4.1	Propuesta de mejoras a las brechas encontradas entre la Guía de Predicción y Evaluación de Impactos por Olor y los EIO.....	87
5.4.2	Propuesta de mejoras a las brechas encontradas entre el Instructivo para Elaborar un Plan de Gestión de Olores y los PGO.....	92
6	Discusión	106
7	Conclusión	108
8	Bibliografía.....	109
9	Anexos	113

Índice de Figuras

Figura 1.1: Grafica representativa de generación de Residuos a nivel nacional (MMA, 2021).	2
Figura 1.2: Visualización de un sector de acopio a cielo abierto en planta de compostaje.	5
Figura 1.3: Visualización de un sector de acopio semi-cerrado en planta de compostaje.	5
Figura 1.4: Fases en una planta de compostaje con sus respectivas operaciones unitarias (Pinasseau <i>et al.</i> , 2018).....	6
Figura 1.5: Esquema general del proceso de compostaje industrial y recirculación de producto (adaptado de Haug, 1993).....	7
Figura 1.6: Evolución de la temperatura, pH, oxígeno y actividad microbiana durante las fases del proceso de compostaje (adaptado del Ministerio de Salud, 2025).	10
Figura 4.1: Parámetros para clasificación de proyectos.	28
Figura 4.2: Tipología para proyectos en DS 95.	28
Figura 4.3: Tipología para proyectos DS 40.	29
Figura 4.4: Sometimiento de proyectos al SNIFA.	32
Figura 4.5: Plataforma virtual del portal de transparencia.	33
Figura 4.6: Elección de solicitud de transparencia en línea o presencial.	34
Figura 4.7: Búsqueda de municipalidades por portal de transparencia.	34
Figura 4.8: Formato de solicitud para petición de información por portal de transparencia.	35
Figura 4.9: Pantalla de búsqueda en plataforma Snifa (SMA, 2025).	39
Figura 5.1: Gráfico de clases de residuos en instalación de plantas de compostaje grupo 1. ...	63
Figura 5.2: Gráfico de proporciones de categoría de instalación en plantas de compostaje grupo 1.	63
Figura 5.3: Gráfico de proporciones de tecnologías en plantas de compostaje grupo 1.	64
Figura 5.4: Gráfico de proporciones de tecnologías sistemas mixtos en plantas de compostaje grupo 1.	65
Figura 5.5: Gráfico de proporciones de infraestructura en plantas de compostaje grupo 1.	65
Figura 5.6: Gráfico de clases de residuos en instalación de plantas de compostaje grupo 2. ...	71
Figura 5.7: Gráfico de proporciones de las categorías de instalación en plantas de compostaje grupo 2.	71

Figura 5.8: Gráfico de proporciones de tecnologías en plantas de compostaje grupo 2.72

Figura 5.9: Gráfico de proporciones de infraestructura en plantas de compostaje grupo 2.73

Índice de Tablas

Tabla 1.1: Clasificación de residuos orgánicos (Reglamento sobre manejo sanitario de las instalaciones de valorización de residuos orgánicos, 2025).	11
Tabla 1.2: Clasificación de instalaciones de compostaje según capacidad de recepción (Reglamento sobre manejo sanitario de las instalaciones de valorización de residuos orgánicos, 2025).	12
Tabla 1.3 Clasificación de plantas de compostaje según el método utilizado (MINSAL, 2025).	13
Tabla 1.4: Tipos de infraestructura en plantas de compostaje (MINSAL, 2025).	14
Tabla 4.1: Listado de proyectos ingresados al SEIA a los cuales se les aplicó primer filtro.....	29
Tabla 4.2: Proyectos evaluados posterior consulta a profesionales del MMA.	29
Tabla 4.3: Registro de Proyectos de Plantas de Compostaje con RCA Favorable entre los años 2017 y 2024.	30
Tabla 4.4: Caracterización técnica y operativa de proyectos de plantas de compostaje correspondientes al grupo 1.	31
Tabla 4.5: Datos referentes a las fuentes emisoras de olor de las plantas de compostaje.	31
Tabla 4.6: Datos de temperatura por etapa en proceso de compostaje.	32
Tabla 4.7: Presencia de denuncias y sanciones por impacto odorante en plantas de compostaje del grupo 1 en SNIFA.	33
Tabla 4.8: Registro de Proyectos de Plantas de Compostaje del grupo 2.	36
Tabla 4.9: Caracterización técnica y operativa del grupo 2 de proyectos de plantas de compostaje.	37
Tabla 4.10: Datos referentes a las fuentes emisoras de olor de las plantas de compostaje.	38
Tabla 4.11: Datos de temperatura por etapa en proceso de compostaje.	38
Tabla 4.12: Resultados ingreso de proyectos clasificados en el SNIFA.	39
Tabla 4.13: Datos de respuestas de transparencia grupo 2.	39
Tabla 4.14: Criterios de caracterización de olor por muestra según Guía.	41
Tabla 4.15: Matriz correspondiente al registro de hallazgos encontrados en el análisis de datos recabados de los EIO en grupos 1 y 2.	42

Tabla 4.16: Compilación de las brechas identificadas a través de las observaciones y hallazgos encontrados.....	43
Tabla 4.17: Matriz comparativa del Instructivo para la Elaboración de un Plan en Gestión de Olores con los PGO hallados.....	44
Tabla 4.18: Tabla explicativa de niveles de cumplimiento.....	47
Tabla 4.19: Brechas encontradas en los PGO.....	48
Tabla 5.1: Listado de proyectos ingresados al SEIA a los cuales se les aplicó primer filtro.....	50
Tabla 5.2: Resultados de proyectos evaluados posterior consulta a profesionales.....	57
Tabla 5.3: Registro de Proyectos de Plantas de Compostaje operativas y con RCA Favorable entre los años 2017 y 2024.	60
Tabla 5.4: Resultados de la caracterización técnica y operativa de proyectos de plantas de compostaje aprobados en el SEIA (2017–2024).	61
Tabla 5.5: Resultados presencia de denuncias y sanciones por impacto odorante en plantas de compostaje del grupo 1 en SNIFA.....	67
Tabla 5.6: Respuestas Solicitud transparencia sobre denuncias en proyectos del grupo 1.	68
Tabla 5.7: Resultado del registro de Proyectos de Plantas de Compostaje del grupo 2.	69
Tabla 5.8: Resultados Caracterización plantas de compostaje grupo 2.....	70
Tabla 5.9: Datos resultantes del ingreso de los proyectos clasificados en el SNIFA.	74
Tabla 5.10: Respuestas de transparencia grupo 2.....	75
Tabla 5.11: Resumen de hallazgos encontrados en el análisis de datos recabados de los EIO en grupos 1 y 2.	76
Tabla 5.12: Resultados matriz comparativa del Instructivo para la elaboración de un plan en gestión de olores con los PGO hallados.	79
Tabla 5.13: Brechas encontradas en los PGO.....	86
Tabla 5.14: Plantas tipo de compostaje	88
Tabla 5.15: Ficha de identificación general del establecimiento.....	93
Tabla 5.16: Caracterización de materias primas e insumos utilizados en el proceso de compostaje.....	95
Tabla 5.17: Productos y subproductos generados en la planta de compostaje.	95
Tabla 5.18: Condiciones operativas generales del proceso de compostaje industrial.	95

Tabla 5.19: Identificación y características de las fuentes odorantes del proceso Planta tipo 1.	97
Tabla 5.20: Identificación y características de las fuentes odorantes del proceso Planta tipo 2.	97
Tabla 5.21: Identificación y características de las fuentes odorantes del proceso Planta tipo 3.	98
Tabla 5.22: Resultados de medición de olor por fuente y etapa del proceso.....	101
Tabla 5.23: Identificación de la peor condición de emisión por etapa del proceso de compostaje.	101
Tabla 5.24: Medidas de control y gestión de olores aplicadas en cada etapa del proceso.	102
Tabla 5.25: Programa de seguimiento y monitoreo de emisiones odorantes.....	103
Tabla 5.26: Medidas de control y gestión de olores aplicadas en cada etapa del proceso.	104
Tabla 5.27: Registro de revisión y validación del Plan de Gestión de Olores.....	105

1 Introducción

1.1 Crecimiento poblacional, generación de residuos orgánicos y presión sobre la infraestructura de gestión.

Durante las últimas décadas, Chile ha experimentado un acelerado proceso de urbanización y crecimiento poblacional que ha modificado profundamente su estructura territorial, económica y ambiental. Según el Instituto Nacional de Estadísticas, en el documento “SÍNTESIS DE RESULTADOS CENSO 2017” (INE, jun. 2018), la población del país en el año 2017 era de 17.574.003 personas, y el censo realizado en 2024 reveló que la población ha aumentado de dicha cifra a 18.480.432 habitantes (INE, 2024). Esta expansión ha conllevado un aumento sostenido en la generación de residuos sólidos, tanto a nivel domiciliario como industrial, presionando significativamente los sistemas de recolección, tratamiento y disposición final.

En este contexto, el Quinto Reporte del Estado del Medio Ambiente (MMA, 2019), citado en la Estrategia Nacional de Residuos Orgánicos 2020–2040, señala que durante el año 2017 se generaron en Chile 23 millones de toneladas de residuos, de las cuales aproximadamente el 34,3 % (7,9 millones de toneladas) correspondió a residuos sólidos municipales (RSM). De estos, el 96 % fue destinado a disposición final, situando a Chile en el penúltimo lugar en aprovechamiento de residuos entre los países miembros de la OCDE. Cabe destacar que cerca del 58 % de los RSM corresponde a residuos orgánicos, equivalentes a 4,6 millones de toneladas, proporción que supera ampliamente a otras fracciones como envases y embalajes (plástico, cartón, vidrio y latas) (MMA, 2021).

A nivel nacional, el Ministerio del Medio Ambiente (2021) indica que, pese a los avances normativos y tecnológicos, la mayor parte de los residuos sigue destinándose a rellenos sanitarios o vertederos, con una valorización que no supera el 21 %. Esta situación evidencia la necesidad de impulsar la prevención, el reciclaje y la valorización orgánica, promoviendo estrategias como el compostaje, que permiten reducir la carga hacia la disposición final y transformar los residuos orgánicos en recursos útiles para la economía circular. En la Figura 1.1 se puede visualizar la proporción de la generación de residuos orgánicos en el periodo entre 2015 a 2019.

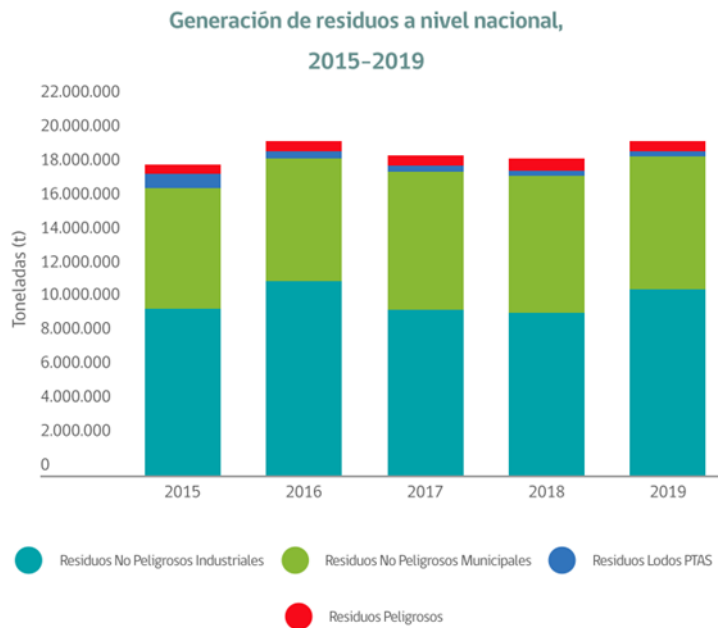


Figura 1.1: Grafica representativa de generación de Residuos a nivel nacional (MMA, 2021).

1.2 Compostaje como estrategia de valorización orgánica.

El constante crecimiento poblacional y el consecuente aumento en la generación de residuos orgánicos a nivel nacional han impulsado la necesidad de implementar estrategias sostenibles que permitan su aprovechamiento y transformación en productos útiles. En este contexto, el compostaje se presenta como una de las principales alternativas para la valorización orgánica, al ser un proceso biológico aeróbico mediante el cual microorganismos principalmente bacterias, actinomicetos y hongos transforman la materia biodegradable en un producto higienizado, estable y con valor agrícola (MMA, 2021; Wikifarmer, s.f.).

Bajo condiciones controladas de temperatura, humedad, oxígeno, porosidad y relación carbono/nitrógeno (C/N), estos organismos descomponen los residuos generando dióxido de carbono (CO₂), agua, calor y compuestos húmicos (Delgado *et al.*, 2018). Este proceso, cuando se realiza de manera controlada, no solo evita impactos ambientales negativos, sino que también permite reducir significativamente la cantidad de residuos enviados a disposición final.

No obstante, su implementación a escala industrial presenta desafíos operacionales y ambientales, entre ellos la generación de emisiones odorantes, cuya gestión adecuada es fundamental para evitar conflictos socioambientales.

Cabe señalar que la literatura especializada aborda el proceso de compostaje desde distintos enfoques, lo que genera variaciones en la forma de describir sus etapas. En términos generales, pueden distinguirse tres interpretaciones complementarias del proceso, que difieren principalmente en su nivel de detalle y aplicación:

- Enfoque biológico, que describe las fases microbianas del proceso, siendo estas mesófila, termófila, de enfriamiento y maduración, centrado en la descomposición de la materia orgánica y la evolución de sus parámetros fisicoquímicos (FAO, 2013; Wikifarmer, s.f.; MINSAL, 2025).
- Enfoque operacional aplicado a plantas de compostaje, empleado en manuales europeos, donde las etapas se agrupan en la recepción, preparación, compostaje y finalización (European Commission, 2018).
- Enfoque industrial o de ingeniería, que estructura el proceso en cuatro etapas operativas de manejo y control. Estas serían, preprocesamiento, fase de tasa alta, curado y posprocesamiento (Haug, 1993).

Estas tres representaciones describen el mismo proceso de compostaje, pero difieren en la escala de análisis, el propósito técnico y la fuente de referencia. Por ello, el presente trabajo integra de forma complementaria las tres perspectivas, reconociendo que las fases biológicas constituyen el núcleo del proceso, mientras que las etapas de ingeniería y operación representan su aplicación práctica a escala industrial.

1.2.1 Proceso de Compostaje.

Enfoque industrial:

Las variables más importantes que afectan a los sistemas de compostaje se clasifican en dos tipos:

- (1) Parámetros de seguimiento, aquellos que deben medirse y controlarse durante todo el proceso para asegurar que sus valores se mantengan dentro de intervalos óptimos; y
- (2) Parámetros relativos a la naturaleza del sustrato, que se ajustan principalmente al inicio del proceso (Jeris *et al.*, 1973; Madejón *et al.*, 2001).

Entre los parámetros de seguimiento se incluyen la temperatura, humedad, pH, aireación y espacio de aire libre, mientras que entre los relativos al sustrato destacan el tamaño de partícula, las relaciones C/N y C/P, los nutrientes, la materia orgánica y la conductividad eléctrica. Los valores óptimos de estos parámetros están influenciados por las condiciones ambientales, el tipo de residuo tratado y el sistema de compostaje elegido (Moreno & Moral, 2008).

Las condiciones operacionales mencionadas no solo determinan la eficiencia del compostaje, sino también los subproductos gaseosos generados durante el proceso, cuya composición y magnitud son relevantes para la gestión ambiental de estas instalaciones.

La duración total del proceso industrial varía entre 60 y 150 días, dependiendo de la tecnología empleada (pilas volteadas mecánicamente, pilas estáticas aireadas o túneles), el tipo y proporción de residuos tratados, el pH (idealmente entre 6 y 8), las condiciones meteorológicas y la calidad del control operacional (Universidad de Chile, 2021; Reduce Reutiliza Recicla, s.f.).

En el contexto de operación industrial, el funcionamiento de una planta de compostaje se organiza en cuatro etapas operacionales principales: recepción, preparación, compostaje y finalización (European Commission, 2018).

En la etapa de recepción se lleva a cabo el pesaje y control del material que ingresa. En esta fase se registran tanto la cantidad como las características del residuo recibido, mediante básculas superficiales o empotradas, o mediante medidores de caudal. Además, se realizan inspecciones de aceptación que pueden incluir revisiones visuales o, cuando existe incertidumbre respecto al origen o posible contaminación del residuo, análisis de muestras de referencia. El diseño del área de recepción, por ejemplo, si es abierta, semicerrada o completamente encapsulada, depende del tipo de sustrato, de los requisitos sanitarios y de las medidas necesarias para el control de emisiones atmosféricas. Los bunkers planos o en foso y los estanques de acopio funcionan como volumen de amortiguación previo al tratamiento.

La etapa de preparación corresponde a la fase de acopio y pretratamiento, enfocada en la adecuación del material para su tratamiento biológico. Comprende la selección, homogeneización, trituración y ajuste de los parámetros iniciales del sustrato, buscando alcanzar una relación C/N entre 25:1 y 30:1, una humedad óptima entre 50 % y 60 %, y un tamaño de partícula que asegure adecuada porosidad y oxigenación (Wikifarmer, s.f.; Universidad de Chile, 2021).

De manera complementaria, la preparación incluye el retiro de materiales no biodegradables, la reducción de tamaño y la homogeneización del sustrato. Estas operaciones pueden realizarse mediante clasificación manual o procesos mecánicos, que permiten romper envases, liberar el contenido orgánico y favorecer una textura uniforme. Para ello, se utilizan cribas, separadores magnéticos, corrientes de Foucault y clasificadores neumáticos, los cuales permiten separar metales, plásticos y materiales inertes, garantizando una mezcla homogénea y libre de impurezas, con características compatibles con el tratamiento biológico controlado.

Un control deficiente en esta etapa puede generar zonas anaeróbicas y formación temprana de compuestos odorantes. Por ello, el diseño del área debe incorporar superficies impermeables, drenajes, techado parcial y ventilación adecuada, medidas que se retomarán en el contexto de las operaciones de recepción y manejo de residuos a escala industrial (European Commission, 2018; MMA, 2021).

Las Figura 1.2 y Figura 1.3 muestran algunas opciones de acopio y pretratamiento de los residuos que ingresan a las plantas de compostaje.



Figura 1.2: Visualización de un sector de acopio a cielo abierto en planta de compostaje.



Figura 1.3: Visualización de un sector de acopio semi-cerrado en planta de compostaje.

La etapa de compostaje corresponde a la descomposición biológica aeróbica propiamente tal. Se inicia con una fase de descomposición intensiva de dos a tres semanas, durante la cual la actividad microbiana eleva la temperatura de la masa hasta valores cercanos a 70 °C, produciendo dióxido de carbono, vapor de agua, amoníaco y calor. En esta fase se generan

también compuestos odorantes como ácidos grasos volátiles, aminos y compuestos reducidos de azufre. Posteriormente continúa una fase de maduración menos intensa, donde disminuye la temperatura y la degradación sigue a cargo de comunidades microbianas distintas. El control de temperatura, humedad y oxígeno, mediante volteo y/o sistemas de aireación activa por inyección o succión, es crítico para mantener condiciones aeróbicas y evitar la formación de zonas anaeróbicas que favorezcan emisiones de olor y metano.

Finalmente, la etapa de finalización comprende el afinamiento del producto. Incluye el cribado o tamizado para separar fracciones gruesas, la extracción de plásticos, vidrios u otros materiales remanentes, y el acopio temporal del compost terminado. En esta etapa se busca asegurar que el compost cumpla criterios de estabilidad, ausencia de contaminantes físicos visibles y aptitud para su uso final. Adicionalmente, se implementan medidas de bioseguridad para evitar la recontaminación cruzada del material ya higienizado, tales como la segregación entre áreas “sucias” y “limpias”, la limpieza sistemática de equipos y la prohibición de mezclar material fresco con compost en maduración o afinado (European Commission, 2018).

A partir de estas etapas, la Figura 1.4 presenta de manera esquemática el flujo general de una planta de compostaje y sus operaciones unitarias principales, desde la recepción de los residuos hasta la obtención del producto final.

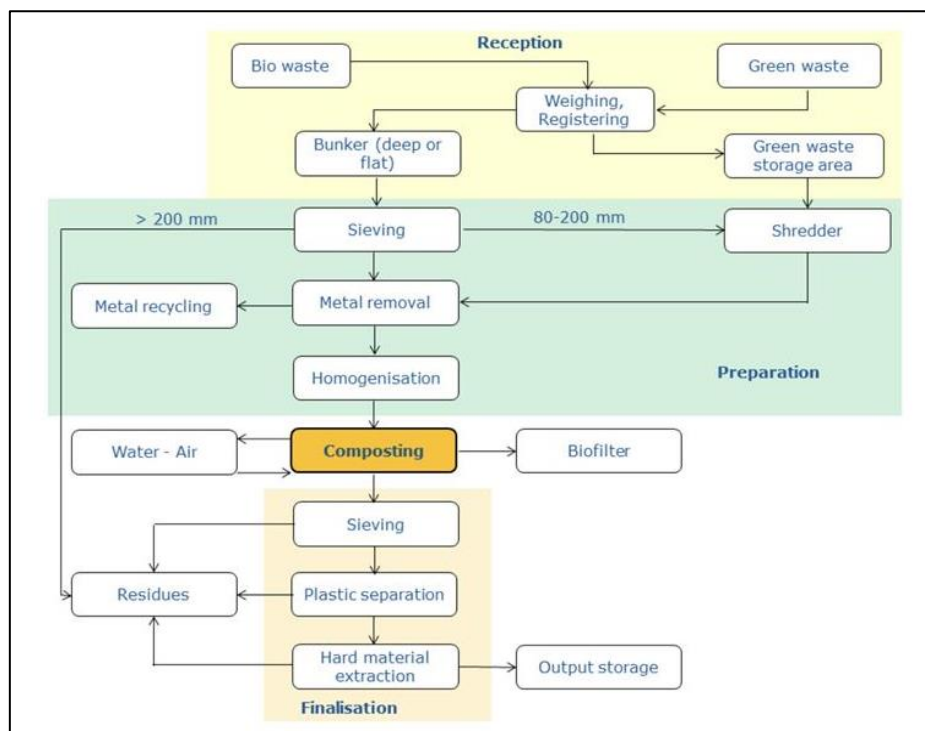


Figura 1.4: Fases en una planta de compostaje con sus respectivas operaciones unitarias (Pinasseau *et al.*, 2018).

Complementariamente, el proceso de compostaje industrial descrito por Haug (1993) sintetiza estas operaciones en una secuencia de cuatro etapas encadenadas que enfatizan el flujo de

materia y la recirculación de productos intermedios. El proceso de compostaje industrial, como se representa en la Figura 1.5, comprende cuatro etapas operativas fundamentales: preprocesamiento, fase de alta tasa (compostaje activo), curado o maduración, y posprocesamiento (Haug, 1993).

En la etapa de preprocesamiento, los sustratos orgánicos se mezclan con agentes estructurantes nuevos o reciclados, se corrige la humedad y la relación C/N, y se ajusta el tamaño de partícula, con el objetivo de obtener una mezcla homogénea y suficientemente porosa para el compostaje aeróbico. A continuación, la fase de alta tasa o compostaje activo corresponde al período de mayor intensidad biológica, en el que predomina la actividad bacteriana y se alcanzan temperaturas mesófilas y termófilas; esta etapa coincide con las fases mesófila I y termófila descritas previamente, y es donde se genera la mayor parte del calor y de las emisiones gaseosas asociadas al proceso.

Posteriormente, el material ingresa a la fase de curado o maduración, en la que disminuye gradualmente la temperatura, aumentan la participación de hongos y actinomicetos y se consolidan los procesos de humificación y estabilización, equivalentes a la fase mesófila II y a la etapa de maduración técnica. Finalmente, en la etapa de posprocesamiento se realizan operaciones de cribado y clasificación granulométrica, separación de impropios y acondicionamiento del compost terminado. La fracción gruesa retenida en el cribado puede recircularse como agente estructurante o enmienda al preprocesamiento, tal como se ilustra en la Figura 1.5, optimizando el uso de materiales y cerrando el ciclo interno de la planta.

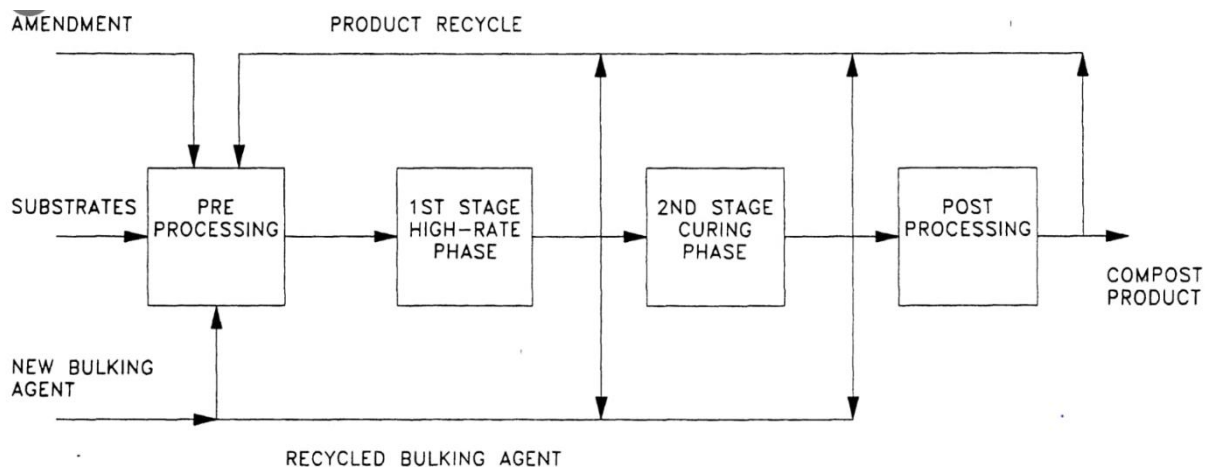


Figura 1.5: Esquema general del proceso de compostaje industrial y recirculación de producto (adaptado de Haug, 1993).

Enfoque Biológico:

El proceso de compostaje se compone de cuatro etapas biológicas principales (mesófila I, termófila, mesófila II y maduración) a las cuales se suma una fase inicial de acopio y pretratamiento de los residuos ingresados a las plantas, orientada a garantizar una mezcla homogénea y con parámetros adecuados de humedad, aireación y relación carbono/nitrógeno. Posteriormente, una vez finalizada la maduración, se lleva a cabo una fase de cribado y/o tamizado, destinada a refinar el producto final y obtener un compost estable y libre de impurezas. Cada una de estas etapas presenta características microbiológicas, fisicoquímicas y operacionales específicas que determinan la eficiencia del proceso y la calidad del compost obtenido (FAO, 2013; Wikifarmer, s.f.).

Etapas 1 – Fase mesófila I: En esta etapa inicial del compostaje activo que tiene una duración de 1 a 5 días, los microorganismos descomponen los compuestos fácilmente biodegradables a temperaturas entre 20 y 45 °C. La actividad microbiológica es elevada y se produce un aumento progresivo de la temperatura interna de la pila debido a la respiración microbiana. Es fundamental mantener la oxigenación y humedad adecuadas para evitar desviaciones hacia condiciones anaeróbicas (Reduce Reutiliza Recicla, s.f.; Matter of Trust, s.f.). En cuanto al pH usualmente, los residuos orgánicos presentan un pH ligeramente ácido o neutro (5.5 a 7.0), dependiendo del origen de la materia orgánica (Sundberg *et al.*, 2011). Durante los primeros días, los microorganismos mesófilos descomponen azúcares simples y otros compuestos solubles, generando ácidos orgánicos volátiles como ácido acético, láctico, propiónico y butírico. Estos compuestos acidifican el medio, provocando una disminución temporal del pH, que puede llegar incluso a valores entre 4.5 y 5.5 e incrementando gradualmente al terminar la etapa debido a la disponibilidad de las azúcares simples (FAO, 2013; Diaz *et al.*, 2007).

Etapas 2 – Fase termófila: Considerada la más crítica del proceso, se alcanzan temperaturas entre 50 °C y 70 °C, siendo una etapa que en rango de tiempo dura al menos 14 días. Este rango térmico permite la eliminación de patógenos y semillas, estabiliza parte de la materia orgánica, y acelera la degradación de compuestos más complejos como lignina y celulosa (European Commission, 2019; GRUN Engineering, s.f.). Sin embargo, esta fase también presenta mayor riesgo de generación de olores ofensivos si no se controla la aireación, la humedad y la mezcla se compacta. La presencia de condiciones anaeróbicas facilita la producción de amoníaco, sulfuro de hidrógeno y compuestos volátiles responsables del olor (MMA, 2017).

Etapas 3 – Fase mesófila II o de enfriamiento: Luego de la fase termófila, se inicia una etapa de enfriamiento controlado, durante la cual la temperatura del material desciende progresivamente hasta un rango de 40 a 45 °C, lo que marca el retorno de microorganismos mesófilos. En este periodo, el carbono y el nitrógeno fácilmente degradables han sido en gran parte consumidos, y comienzan a predominar hongos y actinomicetos que actúan sobre compuestos estructurales de mayor complejidad, tales como celulosa, hemicelulosa y lignina parcialmente degradada. Esta fase es fundamental para la continuidad del proceso de descomposición y la reducción de compuestos intermedios potencialmente odorantes,

asegurando una transición estable hacia la etapa de maduración. Su duración puede extenderse por varias semanas, dependiendo de la composición del sustrato y de las condiciones de aireación, humedad y temperatura mantenidas en la pila. El control técnico durante esta etapa permite consolidar la estabilidad biológica del material y reducir riesgos de reactivación anaeróbica o emisiones odorantes residuales (MINSAL, 2025).

Etapa 4 – Maduración: Durante la maduración, el material parcialmente compostado se traslada a la zona de maduración, donde se produce la estabilización y humificación final del compost. La temperatura disminuye progresivamente y se consolidan las propiedades físicas y químicas del producto final. Esta fase puede extenderse entre uno y tres meses, dependiendo del tipo de residuo y la tecnología empleada (Universidad de Chile, 2021).

El término “estabilidad del compost” se define como el grado de descomposición de la materia orgánica. Es función directa del nivel de actividad de la biomasa microbiana y se determina mediante la medición del oxígeno consumido, el dióxido de carbono desprendido o el calor generado por actividad microbiana (Iannotti *et al.*, 1993; Wu *et al.*, 2000; Benito *et al.*, 2005a; Benito *et al.*, 2005b). La inestabilidad se incrementa si el material contiene una alta proporción de materia orgánica fácilmente biodegradable, mientras que, si predomina la materia humificada o recalcitrante, se considera un material estable. Los compost estables permanecen fríos y presentan baja probabilidad de emitir gases o compuestos odorantes. Además, Esta fase requiere ventilación controlada y protección frente a lluvias, ya que el exceso de humedad o el cierre inadecuado del área pueden reactivar procesos anaeróbicos y generar nuevamente emisiones olorosas.

La Figura 1.6 muestra la evolución de la temperatura, pH, concentración de oxígeno y actividad microbiana durante las distintas fases del compostaje, evidenciando los cambios termodinámicos y biológicos característicos del proceso (MINSAL, 2025).

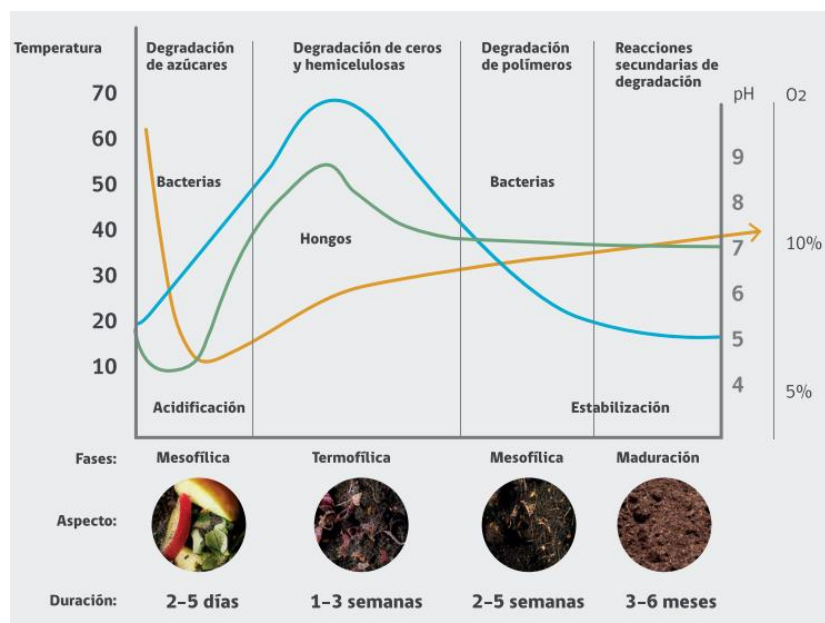


Figura 1.6: Evolución de la temperatura, pH, oxígeno y actividad microbiana durante las fases del proceso de compostaje (adaptado del Ministerio de Salud, 2025).

1.3 Clasificaciones de plantas de compostaje en sus diferentes aspectos técnicos

Dado el volumen y la heterogeneidad de los residuos orgánicos que deben ser gestionados en contextos urbanos e industriales, el compostaje requiere ser desarrollado mediante sistemas tecnificados que aseguren eficiencia operativa, control ambiental y cumplimiento normativo. En este sentido, la clasificación de materia prima, capacidad de recepción, método de compostaje y el tipo de infraestructura, adquieren un rol determinante en la eficacia del proceso. A continuación, se describen los principales componentes técnicos que conforman las plantas de compostaje industrial a nivel nacional, los cuales permiten adaptar el proceso a distintas escalas, condiciones ambientales y características del sustrato (Minsal, 2025).

1.3.1 Clasificación según clase de la materia prima

El “Reglamento sobre manejo sanitario de las instalaciones de valorización de residuos orgánicos (2025)” dicta en su artículo 6, la clasificación de residuos orgánicos para compostaje, mencionando tanto los tipos de residuos como su origen, separándolos en 4 clases. Esto ayudaría a los proyectos a determinar las exigencias técnicas del proceso de compostaje.

Esta clasificación permite diferenciar entre residuos de bajo riesgo, que pueden ser tratados en sistemas abiertos o semi-cerrados, y aquellos con mayor potencial sanitario u odorante, que requieren confinamiento y control de temperatura. Lo anterior se ve representado en la Tabla 1.1.

Tabla 1.1: Clasificación de residuos orgánicos (Reglamento sobre manejo sanitario de las instalaciones de valorización de residuos orgánicos, 2025).

Clase	Descripción general de los residuos
<p style="text-align: center;">Clase 1</p>	<p>a) Residuos de jardín y paisajismo, tales como pasto, hojas, plantas, podas, ramas, troncos y tocones de árboles chipiados.</p> <p>b) Madera sin tratar, tales como aserrín, virutas, recortes de madera, cajones, pallets, madera y embalaje.</p> <p>c) Fibras orgánicas naturales, tales como turba, cascarilla de semillas, paja y otras similares.</p>
<p style="text-align: center;">Clase 2</p>	<p>a) Residuos vegetales de ferias y mercados, tales como hortalizas, frutas y semillas.</p> <p>b) Cartón y papel de desecho de actividades de ferias y mercados.</p> <p>c) Residuos de procesos agroindustriales, tales como residuos de viñas, cervecerías y destilería, residuos del procesamiento de alimentos.</p>
<p style="text-align: center;">Clase 3</p>	<p>a) Residuos orgánicos sólidos domiciliarios separados en origen, tales como restos de hortalizas o frutas, papel, cartón, entre otros.</p> <p>b) Fibras orgánicas procesadas, tales como papel, cartón, cartulina, lodos de procesamiento de papel y textiles no sintéticos.</p>
<p style="text-align: center;">Clase 4</p>	<p>a) Residuos del procesamiento de grasas o alimentos.</p> <p>b) Lodos grasos y aceitosos, lodos de trampas de grasa deshidratada, lodos grasos y aceitosos de origen animales y vegetal.</p> <p>c) Residuo mixto que contienen orgánicos putrescible, residuos que contienen sustancias orgánicas putrescibles, incluidos los residuos domésticos que se recolectan en las calles o son entregados directamente a una instalación de procesamiento; y residuos del comercio y la industria. d) Lodos, estiércol animal y mezclas de estiércol y orgánicos biodegradables de camas de animales.</p>

No se permite el tratamiento de residuos peligrosos, hospitalarios infecciosos, antibióticos, animales muertos por zoonosis o enfermedades de alto riesgo, ni productos corrosivos o contaminantes, conforme al D.S. N°148/2003 del MINSAL.

1.3.2 Clasificación según la capacidad de recepción

El “Reglamento sobre manejo sanitario de las instalaciones de valorización de residuos orgánicos (2025)” del ministerio de salud establece una categorización de las plantas de compostaje según su capacidad de tratamiento diario, expresada en toneladas por día (ton/día). Este parámetro define el tipo de instalación y los requisitos normativos que debe cumplir, especialmente en lo referente al ingreso al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA) y a la obtención de la autorización sanitaria correspondiente. Esto se ve representado en la Tabla 1.2.

Tabla 1.2: Clasificación de instalaciones de compostaje según capacidad de recepción (Reglamento sobre manejo sanitario de las instalaciones de valorización de residuos orgánicos, 2025).

Categoría	Capacidad de recepción	Requisitos principales
A	Mayor a 30 ton/día	Debe ingresar al SEIA (literal o.8 del art. 3° del D.S. N°40/2012).
B	Entre 10 y 30 ton/día	Requiere autorización sanitaria y, en algunos casos, ingreso al SEIA.
C	Entre 1 y 10 ton/día	Sujeta a evaluación sanitaria según el origen del residuo.

La capacidad de procesamiento se calcula considerando el promedio mensual del mes de mayor recepción en un año calendario. Esta clasificación ayuda a adaptar los requisitos técnicos y administrativos al tamaño real de la planta y su impacto potencial sobre el entorno.

1.3.3 Clasificación según el método de compostaje

El método o tecnología de compostaje define el tipo de aireación, y el nivel de control operativo del proceso. Según el MINSAL (2025), las plantas se agrupan en cinco tipos principales, dependiendo del mecanismo mediante el cual se regula el oxígeno, la humedad y la temperatura del material. Esto se describe a continuación en la Tabla 1.3.

En el ámbito nacional, la normativa técnica también considera elementos relacionados con los métodos de compostaje. La NCh 3382:2016, destinada al diseño y operación de plantas de compostaje, describe requisitos asociados a aspectos como el tipo de método utilizado, el manejo de la aireación, el control de humedad y otros parámetros operacionales vinculados al proceso. A su vez, la NCh 2880:2015 establece los requisitos de calidad y clasificación del compost como producto final, cuyas características dependen del método de compostaje aplicado y del nivel de control operativo durante el proceso. En consecuencia, los métodos descritos a continuación se relacionan directamente con las consideraciones técnicas que ambas normas reconocen para asegurar un proceso adecuado y un producto final conforme a estándares establecidos.

Tabla 1.3 Clasificación de plantas de compostaje según el método utilizado (MINSAL, 2025).

Método	Descripción técnica general
Pila de compostaje con volteo (manual o mecánico)	Sistema de pilas dispuestas en paralelo, con agitación periódica para mantener la aireación y homogeneidad del material.
Pila estática con aireación forzada	Sistema sin volteo; el aire se inyecta o succiona mediante ductos perforados, controlando la oxigenación del proceso.
Pila estática aireada con cubierta semipermeable	Sistema de pilas con aire inyectado, tapadas con una cubierta semipermeable y transpirable. Permite controlar los niveles de humedad en el interior de la pila y la protege durante los periodos de lluvia.
Sistema mixto (semiagitado)	Combinación de Pila estática aireada con o sin cubierta semipermeable con mezclas o volteos ocasionales para optimizar la homogeneidad del compost.
Compostaje en trincheras (nave cerrada)	Compostaje mecanizado dentro de canales de hormigón, con aireación forzada y volteo automatizado.
Compostaje en contenedores o túneles (sistemas cerrados o reactores)	Procesos en estructuras herméticas o modulares con aireación forzada, control de temperatura y monitoreo automatizado.

Cada método puede operar en instalaciones abiertas, semi-cerradas o cerradas, dependiendo de la escala de producción y el nivel de control ambiental requerido. Los sistemas cerrados o mecanizados permiten un mayor control sanitario y de emisiones odorantes, siendo los más recomendados para residuos de clase 3 y 4.

1.3.4 Tipos de infraestructura en plantas de compostaje

En la Tabla 1.4 a continuación, se describe el tipo de infraestructura de las plantas de compostaje el cual determina el nivel de confinamiento del proceso y su capacidad para controlar la humedad, la ventilación y los olores. El MINSAL (2025) identifica cinco configuraciones estructurales principales, que se diferencian por su grado de cobertura y la complejidad del sistema de ventilación.

Tabla 1.4: Tipos de infraestructura en plantas de compostaje (MINSAL, 2025).

Tipo de infraestructura	Descripción técnica
Abierta	Pilas a cielo abierto sobre suelo impermeabilizado. Control limitado de humedad y olores.
Semi-cerrada	Pilas bajo techumbre o cubierta parcial; ventilación natural o forzada.
Cerrada (nave o galpón)	Estructura completamente cerrada con ventilación y biofiltros.
Trinchera confinada	Canal de hormigón con aireación por fondos falsos; operación en nave cerrada.
Reactor cerrado (túnel o contenedor)	Sistema modular hermético con monitoreo automatizado de temperatura, oxígeno y humedad.

La correcta elección del tipo de infraestructura depende del clima o condiciones externas existentes. El uso de estructuras cerradas o semi-cerradas se asocian a una mayor eficiencia de control de emisiones (EPA, 2003; European Commission, 2018)

1.4 Emisiones odorantes en plantas de compostaje y su contexto ambiental:

Las emisiones odorantes generadas durante el compostaje representan una de las principales externalidades ambientales de este proceso, entendiendo el olor como una percepción sensorial causada por compuestos químicos volátiles presentes en el aire, capaces de ser detectados por el sistema olfativo humano en concentraciones muy bajas (MMA, 2017).

La caracterización del olor se encuentra determinada por cuatro atributos fundamentales: concentración, intensidad, calidad y tono hedónico, tal como establece la Guía para la Predicción y Evaluación de Impactos por Olor del SEIA (SEA, 2017). La concentración corresponde a la cantidad de unidades odorantes presentes en el aire emitido, mientras que la intensidad describe la percepción subjetiva del nivel de olor por parte del receptor. La calidad se relaciona con la naturaleza específica del olor (por ejemplo, sulfuroso o ácido), y el tono hedónico hace referencia a si dicho olor es percibido como agradable, neutro o desagradable. Estos atributos permiten evaluar el potencial de molestia y constituyen la base conceptual para el análisis posterior de fuentes y niveles de emisión.

De acuerdo con la misma guía, los olores pueden clasificarse como simples o compuestos (Servicio de Evaluación Ambiental, 2017). El olor simple se origina principalmente por un compuesto químico dominante, mientras que el olor compuesto corresponde a la mezcla de múltiples compuestos volátiles que interactúan entre sí, generando percepciones más complejas y, en muchos casos, de mayor molestia. En plantas de compostaje, la mayoría de las emisiones corresponde a olores compuestos, dada la diversidad de sustratos y las etapas biológicas involucradas en su degradación.

Es importante tener en consideración la magnitud de un olor, esta se cuantifica mediante la unidad odorante (UO), definida por la norma EN 13725 como la cantidad de sustancia odorante detectable por un panel sensorial en condiciones estandarizadas (European Committee for Standardization, 2003). La Guía del SEIA adopta este parámetro como base para la comparación entre fuentes, modelación de dispersión y estimación del impacto en los receptores sensibles (Servicio de Evaluación Ambiental, 2017). Su incorporación resulta esencial para estandarizar el análisis de emisiones y su relación con los niveles de molestia.

El problema de generación de olores molestos en plantas de compostaje se suele dar cuando no se lleva a cabo el proceso en condiciones de operación controladas. Estas condiciones incluyen variables técnicas como la aireación, humedad, temperatura, porosidad del sustrato, relación carbono/nitrógeno (C/N), pH y el tiempo de retención en cada fase del proceso. El rango óptimo de humedad debe mantenerse entre 50 % y 60 %, la temperatura en la fase termófila debe estar

entre 50 °C y 70 °C, la relación C/N entre 25:1 y 30:1, y el pH en un rango de 6 a 8 (Wikifarmer, s.f.; FAO, 2020). El control de estos parámetros permite mantener el proceso en condiciones aeróbicas, evitando desviaciones que generan olores ofensivos.

La generación de olores molestos en instalaciones de compostaje está directamente relacionada con la descomposición incompleta o deficiente de la materia orgánica, la cual puede intensificarse bajo condiciones anaeróbicas. Cuando el oxígeno es limitado, ciertos microorganismos anaerobios comienzan a degradar la materia generando compuestos volátiles como sulfuro de hidrógeno (H₂S), amoníaco (NH₃), mercaptanos, ácidos grasos volátiles y otros compuestos orgánicos volátiles (COVs), muchos de los cuales son altamente perceptibles y molestos incluso a bajas concentraciones (European Commission, 2019; Zarra *et al.*, 2014).

La combinación y proporción relativa de estos compuestos determina el perfil odorante de la emisión, entendido como la huella química que caracteriza un olor específico y que condiciona su intensidad, tono hedónico y capacidad de generar molestia. Este perfil no corresponde a la simple suma de los compuestos individuales, sino al resultado de interacciones sinérgicas, aditivas o inhibitorias entre ellos, tal como se ha documentado en estudios de caracterización odorante en sistemas biológicos (Haug, 1993).

El principal mecanismo responsable de la liberación de estos compuestos hacia la atmósfera es la volatilización, entendida como el paso de sustancias desde fases sólida o líquida hacia la fase gaseosa. Este mecanismo se intensifica por la temperatura, la humedad, la aireación y el gradiente de concentración del sustrato, variables que modifican la presión de vapor de los compuestos (Servicio de Evaluación Ambiental, 2017).

La medición directa de estas emisiones no siempre es viable, especialmente en fuentes difusas, superficies abiertas o etapas con alta variabilidad operacional, donde las emisiones fluctúan rápidamente con cambios de temperatura, aireación o humedad. Frente a esta limitación, la Guía del SEIA propone el uso de emisiones de referencia, entendidas como valores típicos de concentración de olor obtenidos en estudios previos para fuentes y procesos comparables (Servicio de Evaluación Ambiental, 2017). Estas emisiones permiten caracterizar preliminarmente etapas donde la medición instrumental no es factible, aportando consistencia al análisis comparativo entre tecnologías y procesos.

En complemento, los factores de emisión permiten relacionar la magnitud de olor generada con una unidad de actividad, tales como toneladas tratadas, metros cuadrados de superficie activa o unidades de tiempo. De acuerdo con la Guía del SEIA, estos factores constituyen un insumo clave para caracterizar fuentes difusas o dinámicas y para estimar la carga odorante asociada a cambios operacionales, variaciones de humedad o diferencias en la composición del sustrato (Servicio de Evaluación Ambiental, 2017).

A partir de los valores medidos o estimados, la magnitud final emitida se expresa mediante la tasa de emisión de olor o caudal de olor, definida como la cantidad total de unidades odorantes liberadas por segundo desde una fuente puntual, superficial o volumétrica. Este parámetro combina la concentración (UO/m³) con el flujo de aire emitido, obteniendo valores en UO/s.

La tasa de emisión constituye el insumo central para la modelación de dispersión atmosférica y para determinar el impacto odorante en receptores sensibles (Servicio de Evaluación Ambiental, 2017).

Para que la identificación de compuestos y la estimación de emisiones sea útil desde una perspectiva de gestión, es necesario vincular el fenómeno odorante a las operaciones concretas que lo generan. En este sentido, reconocer las fuentes específicas dentro de una planta permite asociar cada etapa del proceso con su contribución al perfil odorante total, establecer prioridades de control y definir condiciones críticas de operación (Servicio de Evaluación Ambiental, 2017). Solo al comprender qué actividades actúan como origen inmediato del olor es posible diseñar medidas de mitigación efectivas y monitoreo operacional coherente.

De acuerdo con el Decreto Supremo N.º 9/2023 del Ministerio del Medio Ambiente, "entre las actividades que muestran mayor presencia a nivel nacional y número de denuncias por olores, se encuentran los planteles de crianza y engorda de animales, las plantas procesadoras de recursos hidrobiológicos, las plantas de tratamiento de aguas servidas, las fábricas de celulosa, y los sitios de disposición final de residuos" (MMA, 2023). En este contexto, el aumento sostenido de residuos orgánicos y la creciente instalación de plantas compostadoras han hecho visible la necesidad de un control más estricto sobre estas emisiones, tanto en el diseño como en la operación de las instalaciones.

Además de los impactos ambientales propiamente tales de la naturaleza de la composición de las emisiones odorantes, estas tienen consecuencias directas sobre la salud y el bienestar de las personas. La literatura científica señala que la exposición prolongada a olores ofensivos puede generar cefaleas, náuseas, pérdida de apetito, alteraciones del sueño, irritación ocular, estrés crónico y síntomas respiratorios, afectando especialmente a niños, personas mayores y comunidades en situación de vulnerabilidad (Zarra *et al.*, 2014; MMA, 2017).

Comprender la naturaleza del olor y los factores que determinan su percepción resulta esencial para evaluar adecuadamente su impacto ambiental. La literatura señala que el fenómeno odorante no depende únicamente de la composición química de los compuestos emitidos, sino también de procesos fisiológicos y sensoriales que influyen en cómo las personas detectan, interpretan y valoran un olor en función de su intensidad, frecuencia y carácter (Zarra *et al.*, 2014; SEA, 2017). En esta línea, Haug (1993) destaca que la respuesta humana se estructura en distintos umbrales (detección, reconocimiento y umbral de molestia) que condicionan la aceptabilidad del olor y su potencial de generar molestia. Estos antecedentes refuerzan la necesidad de abordar la percepción y caracterización del olor desde una perspectiva técnica que permita explicar cómo se genera, cómo se mide y en qué condiciones puede transformarse en una fuente relevante de conflicto ambiental.

El "The Practical Handbook of Compost Engineering" (Haug, 1993), aborda la percepción, caracterización y evaluación del olor desde un enfoque científico y sensorial, estableciendo las bases conceptuales para comprender cómo se generan, detectan y cuantifican los olores en sistemas biológicos como el compostaje.

El autor señala que la percepción del olor depende de la interacción entre la concentración del compuesto odorante y la respuesta fisiológica del receptor humano, distinguiendo tres niveles fundamentales: el umbral de detección (cuando el olor se percibe por primera vez), el umbral de reconocimiento (cuando puede identificarse su carácter) y el umbral de molestia (cuando se considera desagradable o molesto).

Finalmente, Haug (1993) advierte que las concentraciones y tasas de emisión de olor en plantas de compostaje varían según las condiciones termodinámicas, la composición del sustrato y la eficiencia del control de aireación, lo que permite entender el olor no solo como un fenómeno químico, sino como un proceso perceptivo y ambiental complejo, clave para la gestión integral de las emisiones odorantes.

El análisis de la percepción y la respuesta humana ante los olores permite avanzar hacia una comprensión más integral del fenómeno, pero su control efectivo depende también de identificar con precisión dónde y cómo se generan las emisiones. En este sentido, el estudio de las fuentes odorantes constituye un componente esencial para el diseño de medidas de mitigación y monitoreo ambiental en plantas de compostaje.

Comprender la formación y percepción del olor constituye solo una parte del fenómeno odorante. Para su gestión efectiva es imprescindible identificar las fuentes específicas donde estos compuestos se generan y liberan, ya que las características físicas y operacionales de cada tipo de fuente determinan tanto la magnitud de la emisión como su comportamiento en el ambiente (Servicio de Evaluación Ambiental, 2017). A partir de esta necesidad, la literatura técnica y los instrumentos nacionales distinguen diferentes categorías de fuentes emisoras, relevantes para su caracterización y control.

Las actividades productivas y de servicios presentan distintos procesos y tipos de fuentes de olores, que pueden clasificarse como puntuales, difusas, de volumen, de transporte o fugitivas (Ministerio del Medio Ambiente, 2020).

Fuentes puntuales: Corresponden a emisiones concentradas y canalizadas que provienen de un punto claramente identificable, como una chimenea, conducto de ventilación o salida de biofiltro. Su naturaleza permite una medición directa y la aplicación de tecnologías específicas de control, tales como filtros, lavadores o biofiltros. En plantas de compostaje, este tipo de fuente se asocia principalmente a las ventilaciones de túneles cerrados, sistemas de aireación forzada y salidas de tratamiento de gases (European Commission, 2018).

Fuentes difusas: Las fuentes difusas se caracterizan por emisiones no canalizadas, provenientes de una superficie o área extensa, donde los gases se liberan directamente a la atmósfera. Son típicas de pilas de compostaje a cielo abierto, patios de acopio y zonas de pretratamiento o maduración, donde la emisión ocurre de forma simultánea en múltiples puntos. Su control es más complejo, ya que depende de factores meteorológicos, características del sustrato y condiciones operacionales (European Integrated Pollution Prevention and Control Bureau, 2018).

Fuentes de volumen: Corresponden a emisiones que se originan dentro de un volumen físico, como una nave de compostaje, edificio cerrado o reactor con múltiples ventilaciones, donde el aire contaminado se dispersa en tres dimensiones antes de liberarse al exterior. Estas fuentes pueden considerarse una subcategoría de las fuentes difusas, pero su comportamiento está condicionado por el confinamiento parcial o total del recinto, lo que modifica la dinámica de dispersión (European Commission, 2018).

Fuentes de transporte: Se asocian al movimiento y manipulación de materiales, tanto dentro como fuera de la instalación. Incluyen emisiones durante la descarga de residuos, volteo de pilas, carga y descarga de camiones o traslado interno de materiales, actividades que suelen generar picos momentáneos de olor debido a la liberación brusca de gases acumulados. Estas emisiones móviles constituyen una de las principales fuentes de olor en plantas de compostaje, especialmente durante la etapa de compostaje activo y volteo del material (Schlegelmilch, Streese, Biedermann, Herold & Stegmann, 2005).

Fuentes fugitivas: Se refieren a emisiones no intencionadas o difíciles de controlar, originadas en fugas, grietas, juntas, válvulas o aperturas en los equipos e infraestructuras del proceso. Estas pérdidas no forman parte del flujo normal de ventilación y pueden presentarse de forma intermitente o continua, siendo especialmente relevantes cuando los sistemas de confinamiento no mantienen presión o sellado adecuados. En plantas de compostaje, las fuentes fugitivas incluyen escapes en ductos de aireación, biofiltros mal sellados o aberturas en estructuras de confinamiento (Concawe, 2020).

1.5 Conflictos socioambientales asociados a olores molestos en plantas de compostaje

La generación de olores ofensivos por parte de plantas de compostaje no constituye únicamente un problema ambiental o sanitario, sino que también representa un foco relevante de conflicto social en diversos territorios. En Chile, si bien la Estrategia para la Gestión de Olores del Ministerio del Medio Ambiente se enfoca principalmente en sitios de saneamiento ambiental como plantas de tratamiento de aguas residuales o rellenos sanitarios, diversos antecedentes evidencian que las plantas de compostaje también han sido objeto de denuncias ciudadanas por emisiones odorantes (MMA, 2017).

Un caso representativo es el de la planta de compostaje Reciclajes Industriales Armony, ubicada en la comuna de Pudahuel, la cual fue objeto de fiscalización por parte de la Superintendencia del Medio Ambiente (SMA) tras denuncias provenientes de habitantes del sector Valle Grande en Lampa, quienes reportaron olores molestos percibidos entre los años 2019 y 2021 (SMA, 2021). Esta situación fue también visibilizada en medios de comunicación nacionales, como TVN 24 Horas, donde el municipio de Quilicura responsabilizó públicamente a dicha planta por los episodios de mal olor que afectaban a la comunidad (TVN, 2023).

Aunque las plantas de compostaje buscan contribuir a la economía circular mediante la valorización de residuos orgánicos, su operación sin condiciones técnicas adecuadas puede generar impactos ambientales negativos, especialmente cuando no se aplican medidas de prevención y control de emisiones odorantes.

Ante esta situación, el Ministerio del Medio Ambiente elaboró en 2014 la Estrategia para la Gestión de Olores en Chile, actualizada en 2017, como respuesta institucional frente a los crecientes conflictos socioambientales generados por emisiones odorantes. Esta estrategia establece las principales líneas de acción del país en la materia, considerando el diagnóstico del problema a nivel nacional, la experiencia internacional y la necesidad de avanzar hacia un marco regulatorio más robusto. Entre sus ejes destacan la creación de normativa específica, el fortalecimiento de capacidades institucionales y el diseño de herramientas para la evaluación y control de olores en distintos sectores productivos, incluyendo el compostaje (MMA, 2017).

Desde una perspectiva socio territorial, la generación de conflictos por olores asociados a plantas de compostaje suele vincularse a situaciones de desigualdad ambiental. Estas instalaciones se ubican frecuentemente en zonas periurbanas o rurales, donde habitan comunidades con limitada capacidad de incidencia en los procesos de toma de decisiones, lo que contribuye a dinámicas de exclusión e injusticia territorial. Tal como lo señala la Estrategia Nacional de Residuos Orgánicos (MMA, 2021), la percepción ciudadana frente a los impactos ambientales de estas instalaciones representa una de las principales barreras para el desarrollo de infraestructura de compostaje en el país. Este contexto exige repensar los instrumentos de evaluación y gestión ambiental, incorporando metodologías que permitan anticipar, prevenir y mitigar los conflictos socioambientales desde la etapa temprana de diseño del proyecto.

1.6 Instrumentos técnicos actuales y su relevancia en el marco regulatorio nacional

En Chile, la gestión de olores en proyectos sometidos al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA) se apoya actualmente en dos instrumentos técnicos fundamentales: la Guía para la Predicción y Evaluación de Impactos por Olor en el SEIA, elaborada por el Servicio de Evaluación Ambiental (SEA), y el Instructivo para la Elaboración de Planes de Gestión de Olores (PGO), desarrollado por el Ministerio del Medio Ambiente (MMA). Ambos documentos buscan orientar a los titulares de proyectos en la caracterización de fuentes odorantes, la aplicación de metodologías de predicción, la implementación de medidas de mitigación y seguimiento, así como en la definición de mecanismos de comunicación con la comunidad.

1.6.1 Guía para la Predicción y Evaluación de Impactos por Olor

La Guía para la Predicción y Evaluación de Impactos por Olor en el SEIA fue aprobada mediante la Resolución Exenta N.º 1438 del 19 de diciembre de 2017 por la Dirección Ejecutiva del SEA. Este documento establece un marco metodológico para identificar si un proyecto genera olores potencialmente molestos, considerando variables como el tipo de actividad, volumen de residuos orgánicos tratados, tecnologías utilizadas, antecedentes de denuncias, proximidad a centros poblados y sensibilidad del entorno receptor. Estos parámetros son considerados en la guía, en la mayoría de los casos son mencionados como factores relevantes. La guía propone una clasificación de actividades potencialmente generadoras de olor (categorías A, B y C), además del uso de herramientas como la modelación de dispersión atmosférica mediante software como CALPUFF y AERMOD, y la aplicación de criterios FIDOL (frecuencia, intensidad, duración, ofensividad y localización) para caracterizar los impactos odorantes sobre la población circundante.

La guía establece además el uso de metodologías estandarizadas para la caracterización del olor, tales como la olfatometría dinámica conforme a la NCh 3190:2010, el muestreo estático según la NCh 3386:2015 y la medición de impacto mediante inspección en campo de acuerdo con la NCh 3533/1. Estas técnicas permiten obtener concentraciones de olor representativas tanto de fuentes puntuales como difusas, constituyendo el insumo base para estimaciones de emisión, modelaciones de dispersión atmosférica y evaluaciones en terreno de la magnitud y frecuencia del impacto odorante.

Asimismo, establece una metodología en cinco etapas que incluye:

1. Evaluación cualitativa inicial del riesgo de generación de olores.
2. Revisión de antecedentes históricos de conflicto.
3. Análisis de receptores sensibles y condiciones de dispersión.
4. Modelación de concentración de olores en unidades de olor por metro cúbico (ouE/m³).
5. Propuesta de medidas de mitigación y seguimiento.

La guía también recomienda, especialmente en el caso de compostaje, considerar las distintas fases del proceso (recepción, mezcla, fermentación, volteo, maduración, almacenamiento) como fuentes diferenciadas, y estimar el impacto acumulado de todas ellas. Aunque no impone límites normativos, entrega criterios técnicos para evaluar la aceptabilidad del impacto odorante en el contexto del SEIA, constituyendo una herramienta clave para la toma de decisiones ambientales.

1.6.2 Instructivo para la Elaboración de un Plan de Gestión de Olor.

Por su parte, el Instructivo para la Elaboración de Planes de Gestión de Olores (PGO) del MMA, publicado en 2020, tiene como objetivo entregar lineamientos técnicos para que los titulares de proyectos identifiquen, gestionen, prevengan y mitiguen sus emisiones odorantes durante todas las etapas del ciclo del proyecto, desde su diseño hasta su operación. El instructivo está organizado en torno a cinco secciones principales:

1. Identificación de fuentes emisoras y caracterización de residuos.
2. Diagnóstico del riesgo odorante y áreas de influencia.
3. Selección de medidas de control (tecnológicas, operacionales y organizacionales).
4. Plan de monitoreo (frecuencia, parámetros, métodos y responsables).
5. Estrategias de comunicación y respuesta a la comunidad.

El instructivo enfatiza la necesidad de establecer medidas preventivas y correctivas proporcionales al nivel de riesgo odorante, la etapa del proceso y la cercanía a receptores sensibles. Asimismo, promueve el diseño de planes dinámicos que puedan ser actualizados con base en el desempeño real de las instalaciones, los resultados de monitoreo y las quejas recibidas.

1.7 Marco normativo y regulatorio nacional e internacional: compostaje, olores y el nuevo rol del Decreto 40

La regulación de emisiones odorantes ha cobrado una importancia creciente en el ámbito de la política ambiental, tanto en Chile como a nivel internacional, en respuesta a los impactos que los olores generan sobre la calidad de vida de las personas y la percepción social de las actividades productivas.

A nivel nacional, Chile no cuenta con una norma de calidad del aire específica para olores, lo que limita la capacidad de establecer umbrales cuantitativos exigibles. Sin embargo, en 2021 se promulgó la primera norma de emisión de olores para planteles porcinos mediante el Decreto Supremo N.º 128 del Ministerio del Medio Ambiente, que establece límites basados en unidades de olor por metro cúbico y métodos de medición estandarizados, representando un avance significativo en materia de regulación odorante (Biblioteca del Congreso Nacional, 2021).

Además, se han implementado instrumentos orientadores como la Estrategia para la Gestión de Olores en Chile (MMA, 2017), como los ya mencionados, la Guía para la Predicción y Evaluación de Impactos por Olor en el SEIA (SEA, 2017) y el Instructivo para la elaboración de Planes de Gestión de Olores (PGO) (MMA, 2020). Todos estos documentos constituyen avances relevantes, pero no tienen carácter normativo y adolecen de especificidad técnica para ciertos sectores como el compostaje.

A esto se suma el DS N.º 189/2005 del MINSAL, que regula sanitariamente los establecimientos que manejan residuos sólidos, incluyendo ciertas obligaciones de manejo de residuos orgánicos. Asimismo, el Reglamento Ambiental para la Acuicultura (RAMA) establece criterios para el uso del compost en suelos agrícolas, sin abordar de forma directa el control de emisiones odorantes.

En este ámbito técnico-operativo, también destacan dos normas chilenas específicas: la NCh 2880:2015, que establece los requisitos de calidad y clasificación del compost incluyendo parámetros sanitarios, físicos, químicos, límites de metales pesados, procedimientos de muestreo y métodos de ensayo, y la NCh 3382:2016, que entrega lineamientos para el diseño y operación de plantas de compostaje. Esta última aborda aspectos como métodos de compostaje, características de los materiales orgánicos, requisitos del diseño, manejo de olores, control de la materia prima, relación C/N, registros operacionales y condiciones climáticas. Ambas normas constituyen referencias fundamentales para asegurar la calidad del producto final y la adecuada gestión de las instalaciones de compostaje.

También cabe mencionar la Ley N.º 20.920 sobre Responsabilidad Extendida del Productor (REP), que impulsa la valorización de residuos, generando un marco de fomento que aún carece de regulaciones técnicas robustas para instalaciones de compostaje.

Por otra parte, actualmente las plantas de compostaje ven su entrada al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA) de acuerdo con el Decreto 40 que aprueba reglamento del SEIA y dependiendo de ello es que se es más o menos riguroso al momento de realizar estudios o declaraciones de impacto ambiental. Cabe destacar que se ha estado modificando dicho decreto a través del Decreto Supremo N.º 30 de 2023 del Ministerio del Medio Ambiente, publicado en el Diario Oficial el 1 de febrero de 2024. Esta modificación busca actualizar el reglamento para hacerlo consistente con la Ley Marco de Cambio Climático y el Acuerdo de Escazú (SEA, 2024)

En este contexto, cobra especial importancia la próxima entrada en vigencia del Reglamento sobre Manejo Sanitario de las Instalaciones de Valorización de Residuos Orgánicos (Decreto N.º 12, MINSAL), actualmente en etapa final de tramitación. Este reglamento establece en su artículo 46 la obligatoriedad de aplicar tanto la Guía del SEIA como el Instructivo PGO para aquellas instalaciones de compostaje que deban someterse al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental. El mismo reglamento establece también condiciones de infraestructura, control sanitario, separación de flujos de residuos y otras exigencias técnicas aplicables a toda planta de compostaje.

En línea con lo anterior, la Estrategia Nacional de Residuos Orgánicos (ENRO) 2040, publicada por el Ministerio del Medio Ambiente en 2021, establece metas concretas para aumentar el compostaje y la recolección diferenciada de orgánicos en todo el país. No obstante, también reconoce que uno de los principales obstáculos para el desarrollo de nuevas instalaciones compostadoras es precisamente la generación de molestias por olor, lo que refuerza la necesidad de contar con marcos regulatorios más robustos, integrales y específicos.

Desde el plano internacional, diversas experiencias pueden servir como referencia para el fortalecimiento normativo nacional. En Alemania, por ejemplo, la TA Luft (Instrucción Técnica sobre Calidad del Aire) establece límites específicos para la concentración de olores, expresados en unidades de olor por metro cúbico, aplicables a diferentes tipos de actividades, incluyendo instalaciones de residuos. Este marco se complementa con exigencias de monitoreo y tecnologías de mitigación, así como directrices técnicas para procesos de compostaje.

En los Países Bajos, se aplica un enfoque de tolerancia horaria, donde se permite la superación de ciertos umbrales de concentración odorante solo durante un número limitado de horas al año, en función del tipo de área receptora (residencial, industrial o rural). Esta aproximación se basa en estudios de percepción social y se operacionaliza mediante modelos de dispersión y redes de monitoreo continuo. Además, existen normativas específicas sobre procesos de compostaje, tales como el uso obligatorio de instalaciones cerradas en áreas sensibles.

En América Latina, Colombia ha desarrollado un marco más concreto mediante la Resolución 1541 de 2013, que regula emisiones de olores ofensivos para actividades como compostaje, curtiembres, grasas y aceites, e industria alimentaria. Establece límites cuantitativos en función de mediciones olfatómicas y exige planes de reducción de olores. Perú, por su parte, a través del Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Aire (DS N.º 003-2017-MINAM), reconoce al olor como contaminante, aunque sin fijar valores umbral específicos. En ambos países, los marcos legales incluyen referencias a las prácticas de compostaje, destacando la importancia de su regulación sectorial.

2 Problema

En Chile, la creciente generación de residuos orgánicos hace necesaria la utilización de sistemas de gestión, especialmente en lo relativo al manejo de impactos odorantes en plantas de compostaje. Estas instalaciones, clave para avanzar hacia un modelo de economía circular, han sido foco de conflictos socioambientales recurrentes debido a la emisión de olores molestos, en un contexto marcado por marcos normativos aún insuficientes.

Actualmente, existen herramientas disponibles para la evaluación y gestión de estos impactos, tales como la Guía para la Predicción y Evaluación de Impactos por Olor en el SEIA y el Instructivo para la Elaboración de Planes de Gestión de Olores (PGO). En el caso de la Guía, a pesar de que se mencionan y proponen criterios de predicción y estimación de impactos por olor a través de condiciones atmosféricas y se toman en cuenta aspectos como la locación de las fuentes emisoras y distancia con poblaciones cercanas, aún existe ambigüedad en lo que se entiende como peores condiciones para un impacto odorante, limitando su efectividad y dificultando la fiscalización. Por su parte, el Instructivo para los PGO establece contenidos mínimos para la identificación de fuentes, caracterización del olor y definición de medidas de control; sin embargo, no incorpora exigencias específicas para describir condiciones críticas del proceso, ni estandariza parámetros operacionales propios del compostaje que permitan relacionar de manera consistente la operación real con el potencial de emisión. Esto se traduce en planes heterogéneos, con escasa trazabilidad y difícil comparabilidad entre instalaciones, lo que muestra que ambos instrumentos no son suficientes para garantizar que se eviten conflictos por olor considerando variables técnicas propias de una planta de compostaje.

Ante este escenario, se vuelve necesario proponer una mejora metodológica que fortalezca estos instrumentos técnicos, adaptándolos a las condiciones reales de operación de las plantas de compostaje, con criterios específicos, enfoques preventivos y herramientas aplicables en el contexto nacional. Esto permitirá avanzar hacia una valorización orgánica ambientalmente segura, socialmente legítima y coherente con los desafíos regulatorios actuales.

3 Objetivos

Objetivo General:

Proponer mejoras para la gestión de olores en plantas de compostaje mediante el fortalecimiento de la “Guía para la predicción y evaluación de impactos por olor en el SEIA” y el “Instructivo para la elaboración de un plan de gestión de olores” del MMA.

Objetivos específicos:

1. Sistematizar información respecto a proyectos de compostaje aprobados en el SEIA entre 2017 y 2024
2. Sistematizar información respecto a proyectos de compostaje operativos en Chile previos al año 2017.
3. Comparar puntos pertinentes de la guía e instructivo con la información recopilada de las plantas de compostaje de ambos grupos.
4. Formular propuestas de mejora a las brechas encontradas que fortalezcan la Guía y el Instructivo, enfocado para plantas de compostaje.

4 Metodología

4.1 Metodología Objetivo 1: Sistematizar información respecto a proyectos de compostaje aprobados en el SEIA entre 2017 y 2024.

Esta etapa tuvo por finalidad la identificación y sistematización de todos los proyectos de plantas de compostaje que han sido ingresados al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA) entre diciembre de 2017 y diciembre de 2024. Para ello, se aplicaron los siguientes filtros en el visor de expedientes del e-SEIA.

4.1.1 Definición del filtro para la construcción de la muestra de proyectos de estudio.

En primera instancia se aplicaron los siguientes aspectos a considerar en el filtro de búsqueda del SEIA (ver Figura 4.1, Figura 4.2 y Figura 4.3) y luego se realizó un listado con los nombres de los proyectos como debieron cumplir los requisitos descritos a continuación (ver Figura 4.1) y registrando los datos en la Figura 4.1:

- Estado del proyecto: Solo se consideraron proyectos con estado “Aprobado”.
- Tipología: Se seleccionaron exclusivamente los proyectos que corresponden a las categorías O5 y O8 del DS N.º 95/2001 y del DS N.º 40/2012.
- Temporalidad: Se consideraron exclusivamente los proyectos calificados ambientalmente entre el 1 de diciembre de 2017 y 31 diciembre de 2024.

Busqueda de proyectos

Buscador de Proyectos por Comuna

Nombre de Proyecto	<input type="text"/>
Folio del Expediente	<input type="text"/> EJ: 2018-99-2
Región	<input type="checkbox"/> Interregional <input type="checkbox"/> Región Metropolitana de Santiago <input type="checkbox"/> Región de Arica y Parinacota <input type="checkbox"/> Región de Tarapacá <input type="checkbox"/> Región de Antofagasta <input type="checkbox"/> Región de Atacama <input type="checkbox"/> Región de Coquimbo <input type="checkbox"/> Región de Valparaíso <input type="checkbox"/> Región del Libertador General Bernardo O'Higgins <input type="checkbox"/> Región del Maule <input type="checkbox"/> Región de Ñuble <input type="checkbox"/> Región del Biobío <input type="checkbox"/> Región de La Araucanía <input type="checkbox"/> Región de Los Ríos <input type="checkbox"/> Región de Los Lagos <input type="checkbox"/> Región de Aysén <input type="checkbox"/> Región de Magallanes y Antártica Chilena
Tipo de presentación	<input type="radio"/> EIA <input type="radio"/> DIA <input checked="" type="radio"/> AMBOS
Fecha de presentación	Desde <input type="text"/> Hasta <input type="text"/>
Fecha de calificación	Desde <input type="text"/> 1-dic-2017 Hasta <input type="text"/> 31-dic-2024
Estado del proyecto	<input type="checkbox"/> En Admisión <input type="checkbox"/> No Admitido a Tramitación <input type="checkbox"/> Caducado <input type="checkbox"/> En Calificación <input type="checkbox"/> No calificado <input type="checkbox"/> Revocado <input checked="" type="checkbox"/> Aprobado <input type="checkbox"/> Desistido <input type="checkbox"/> Renuncia RCA <input type="checkbox"/> Rechazado <input type="checkbox"/> Abandonado
Sectores Productivos	<input type="checkbox"/> Agropecuario <input type="checkbox"/> Infraestructura Hidráulica <input type="checkbox"/> Pesca y Acuicultura <input type="checkbox"/> Energía <input type="checkbox"/> Infraestructura Portuaria <input type="checkbox"/> Planificación Territorial e Inmobiliarios en Zonas <input type="checkbox"/> Equipamiento <input type="checkbox"/> Inmobiliarios <input type="checkbox"/> Saneamiento Ambiental <input type="checkbox"/> Forestal <input type="checkbox"/> Instalaciones fabriles varias <input type="checkbox"/> Otros <input type="checkbox"/> Infraestructura de Transporte <input type="checkbox"/> Minería
Razón de Ingreso	<input type="checkbox"/> Programa de cumplimiento aprobado por la SMA <input type="checkbox"/> Sentencia judicial <input type="checkbox"/> Requerimiento de ingreso al SEIA (SMA) <input type="checkbox"/> Ingreso por tipología (art. 3 del D.S. N°40) <input type="checkbox"/> Ingreso voluntario <input type="checkbox"/> Modificación de proyecto por cambios de consideración

Buscar

Figura 4.1: Parámetros para clasificación de proyectos.

Seleccione de la siguiente lista la tipología a la que pertenece su proyecto (DS 95)

Buscar en todos

o.2) Sistemas de alcantarillado u evacuación de aguas lluvias, cuando se interconecten con redes de alcantarillado de aguas servidas

o.3) Sistemas de agua potable que comprendan obras que capten y conduzcan agua desde el lugar de captación hasta su entrega en el inmueble del usuario

o.4) Plantas de tratamiento de aguas de origen domiciliario que atiendan a una población igual o mayor a 2500 habitantes

o.5) Plantas de tratamiento y/o disposición de residuos sólidos de origen domiciliario, rellenos sanitarios y estaciones de transferencia que atiendan a una población igual o mayor a 5000 habitantes

o.6) Emisarios submarinos

o.7) Sistemas de tratamiento y/o disposición de residuos industriales líquidos, que contemplen dentro de sus instalaciones lagunas de estabilización u otros depósitos de los efluentes sin tratar y tratados

o.8) Sistemas de tratamiento y/o disposición de residuos industriales sólidos

o.9) Plantas de tratamiento y/o disposición de residuos peligrosos, incluidos los infecciosos

o.10) Sistemas de tratamiento y/o disposición de residuos infecciosos generados por establecimientos de salud, con capacidad mayor o igual a 250 kg/día

Figura 4.2: Tipología para proyectos en DS 95.

Seleccione de la siguiente lista la tipología a la que pertenece su proyecto (DS 40)

o.3) Sistemas de agua potable que comprendan obras que capten y conduzcan agua desde el lugar de captación hasta su entrega en el inmueble del usuario
 o.4) Plantas de tratamiento de aguas de origen domiciliario que atiendan a una población igual o mayor a 2.500 habitantes
 o.5) Plantas de tratamiento y/o disposición de residuos sólidos de origen domiciliario, rellenos sanitarios y estaciones de transferencia y centros de acopio y clasificación que atiendan a una población igual o mayor a 5.000 habitantes
 o.6) Emisarios submarinos
 o.7) Sistemas de tratamiento y/o disposición de residuos industriales líquidos
 o.8) Sistemas de tratamiento, disposición y/o eliminación de residuos industriales sólidos
 o.9) Plantas de tratamiento, disposición y/o eliminación de residuos peligrosos
 o.10) Sistemas de tratamiento, disposición y/o eliminación de residuos especiales procedentes de establecimientos de salud, con capacidad mayor o igual a 250 kg/día

Figura 4.3: Tipología para proyectos DS 40.

Tabla 4.1: Listado de proyectos ingresados al SEIA a los cuales se les aplicó primer filtro.

Nombre	Región	Tipología	Estado	Fecha de calificación

En segunda instancia se realizó una consulta a profesionales del Ministerio de Medio ambiente, quienes para ser considerados en el análisis deben ser profesionales que cuenten con conocimiento Sobre olores o Plantas de compostaje (idealmente ambos), que conozcan el rubro de saneamiento ambiental para descartar plantas reconocidas por realizar procedimientos que no corresponden a compostaje o similar y cuyos titulares se dedican a otro tipo de actividades.

Lo anterior se evidenció en el registro realizado en la Tabla 4.2 la cual contó con la particularidad de evidenciar el giro principal de cada proyecto.

Tabla 4.2: Proyectos evaluados posterior consulta a profesionales del MMA.

Nº	Nombre del proyecto	Titularidad	Tipo de proyecto

Al resultado obtenido posteriormente a la selección de proyectos según lo señalado en la segunda etapa del filtro, se le realizó un análisis para la identificación de las plantas que efectivamente eran de compostaje o revalorización de residuos orgánicos cuyo proceso sea

atribuible al compostaje, aunque tenga otras actividades de tratamiento de residuos simultáneo a los ya mencionados.

4.1.2 Registro de muestra de proyectos de plantas de compostaje para el grupo 1.

Se realizó un registro de las plantas que pasaron por todas las etapas anteriores las cuales en su conjunto se denominaron como “grupo 1” en adelante. Dicho registro fue realizado por medio de los datos que se encuentran en el apartado 4.1 del presente documento, para ello se consideró pertinente la identificación de los siguientes aspectos:

- Número de proyecto
- Nombre del proyecto
- Titular
- Región
- Comuna
- Tipo de instrumento (EIA/DIA)
- Plan de gestión de Olores (PGO): se debe tener evidenciada la existencia o inexistencia de un PGO.
- Estudio de impacto odorante: se debe tener evidenciada la existencia de un estudio de impacto odorante en el proyecto (EIO).

Cabe destacar que la recopilación de esta información tuvo como finalidad aportar antecedentes relevantes para el desarrollo de la presente investigación, particularmente en lo referido al estado documental y técnico de las plantas de compostaje con Resolución de Calificación Ambiental favorable. Con el objetivo de sistematizar estos antecedentes de forma estructurada, los datos fueron organizados guiándose por la estructura de la Tabla 4.3 que contempló las variables clave antes mencionadas.

Tabla 4.3: Registro de Proyectos de Plantas de Compostaje con RCA Favorable entre los años 2017 y 2024.

N°	Nombre del proyecto	Titular	Región	Comuna	PGO	Tipo de instrumento (EIA/DIA)	EIO

4.1.3 Caracterización de los proyectos seleccionados en el grupo 1.

- Registro de Proyectos de Plantas de Compostaje con RCA Favorable entre los años 2017 y 2024. Clasificación según la materia prima (clase 1, 2, 3 y 4)
- Clasificación según la capacidad de recepción (categoría A, B o C)
- Clasificación según el método de compostaje
- Tipos de infraestructura
- Fuentes emisoras
- Tasas de emisión de olor por fuente
- Ranking de la emisión odorante por fuente
- Temperatura asociada a cada etapa del proceso de compostaje por planta.

Esta información fue sistematizada como se muestra en la Tabla 4.4, la cual permitió una visualización clara y estructurada de cada uno de estos componentes.

Tabla 4.4: Caracterización técnica y operativa de proyectos de plantas de compostaje correspondientes al grupo 1.

Nº	Clase (1, 2, 3 y 4)	Categoría (A, B y C)	Ton residuos / Día	Método de Compostaje	Tipo de infraestructura

De igual manera con los aspectos correspondientes a las fuentes emisoras de olor, tasas de emisión de olor por fuente, ranking de la emisión odorantes encontradas en los EIO de las plantas correspondientes al grupo 1, se realizaron tablas reuniendo los datos correspondientes utilizando como base la Tabla 4.5.

Tabla 4.5: Datos referentes a las fuentes emisoras de olor de las plantas de compostaje.

Nombre de la planta	Fuentes identificadas por la planta	Tasa de emisión (UO/m ² s)	Ranking

De manera complementaria a los aspectos abarcados en el presente apartado y aportando a la caracterización de los proyectos seleccionados, se contempló la presentación de los datos de temperatura asociados a cada etapa de compostaje, como se muestra en la

Tabla 4.6: Datos de temperatura por etapa en proceso de compostaje.

N°	Nombre de planta	Rango de temperatura en etapa Mesófila (°C)	Rango de temperatura en etapa Termófila (°C)	Rango de temperatura en etapa de maduración (°C)

4.1.4 Identificación de denuncias y sanciones de proyectos de plantas de compostaje pertinentes en el SNIFA.

Con el objetivo de ampliar la base de datos asociada a cada uno de los proyectos clasificados anteriormente, se realizó una revisión en el Sistema Nacional de Información de Fiscalización Ambiental (SNIFA), a fin de identificar la existencia de denuncias por malos olores y eventuales sanciones asociadas. Esta revisión permitió profundizar el análisis de los antecedentes de cada proyecto en estudio. Como referencia visual, la Figura 4.4 presenta el visor de documentos del SNIFA, utilizando el proyecto “Ampliación Centro Cruceros” como ejemplo ilustrativo.

The screenshot displays the SNIFA system interface. At the top, a navigation menu includes options like 'INICIO', 'FISCALIZACIONES', 'PROCEDIMIENTOS SANCIONATORIOS', 'MEDIDAS PROVISIONALES', 'REGISTRO SANCIONES', 'CATASTRO UNIDADES FISCALIZABLES', 'NORMATIVA AMBIENTAL', 'OTROS DOCUMENTOS', and 'SEGUIMIENTO & DATOS'. The main header reads 'Procedimientos Sancionatorios'. Below this, the 'Expediente: D-125-2025' is shown with 'Fecha Inicio: 23-05-2025' and 'Estado: En curso'. The 'Unidad fiscalizable' is 'AMPLIACION CENTRO CRUCERO' in Purranque, Región de los Lagos, and the 'Titular' is 'ZERO CORP SPA'. A summary bar indicates 9 documents, 2 considered facts, 3 associated fiscalizations, 0 provisional measures, and 0 sanctions. A table lists the following documents:

#	Nombre Documento	Tipo Documento	Fecha	Link
1	Formulación de Cargos	Formulación de Cargos	23-05-2025	Descargar
2	Memorándum designa Fiscales Instructores	Otros	23-05-2025	Descargar
3	Antecedentes FDC	Otros	23-05-2025	Descargar

Figura 4.4: Sometimiento de proyectos al SNIFA.

Una vez completada la revisión de cada proyecto en el SNIFA, se elaboró la

Tabla 4.7.7 que permitió visualizar de forma rápida y ordenada la presencia de denuncias y sanciones asociadas a impactos por olores. Dicha tabla dispuso los siguientes campos:

- Nombre del proyecto.
- Existencia de denuncias (formulación de cargos).
- Existencia de sanciones.

Tabla 4.7: Presencia de denuncias y sanciones por impacto odorante en plantas de compostaje del grupo 1 en SNIFA.

Nombre del proyecto	Existencia de denuncias	Existencia de sanciones

4.1.5 Solicitud de antecedentes sobre molestias por olor en plantas de compostaje grupo 1.

Finalmente, para robustecer la cantidad de información obtenida correspondiente a las denuncias por olor realizadas a plantas de compostaje de ambos grupos de estudio, se realizó la solicitud a las municipalidades de las comunas en donde se ubican dichas plantas por medio del portal Transparencia ingresando en la plataforma que se ve en la Figura 4.5.



Figura 4.5: Plataforma virtual del portal de transparencia.

Ingresando al sistema se debió ir a la opción de “Solicitar Información”, visualizando lo presentado en la Figura 4.6.



Figura 4.6: Elección de solicitud de transparencia en línea o presencial.

Presionando “Continuar” se accederá a la búsqueda de organismos a los cuales se requiere pedir información, esto se presenta en la Figura 4.7. Para objetivos del presente estudio se buscaron las municipalidades pertinentes a las localidades donde se encuentran cada uno de los proyectos estudiados. En donde se les solicitó compartir toda información que tuvieran sobre denuncias de olores en las pantas de compostaje según corresponda mediante el formulario de solicitud presente en la Figura 4.8.

Buscar organismo

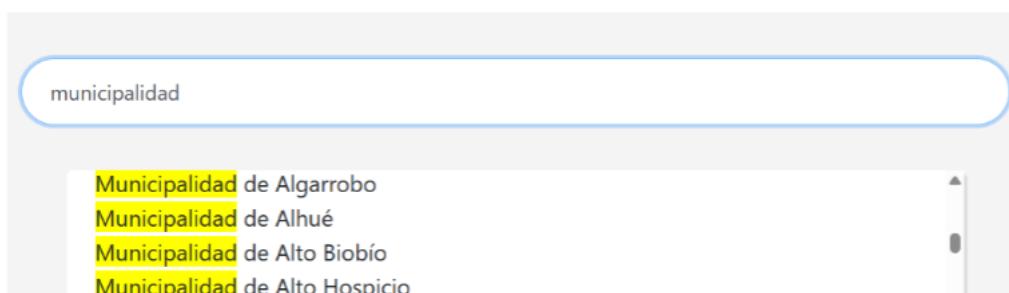


Figura 4.7: Búsqueda de municipalidades por portal de transparencia.

SOLICITUD

Mencione características tales como materia, fecha de emisión o período de vigencia del documento, origen o destino, soporte etc.*

Quedan 10000 caracteres

OBSERVACIONES

Mencione características tales como materia, fecha de emisión o período de vigencia del documento, origen o destino, soporte etc.

Quedan 4000 caracteres

ARCHIVO ADJUNTO

Seleccionar archivo

Máximo 4 MB - Archivos permitidos: jpg, jpeg, gif, png, txt, doc, xls, pdf, ppt, pps, odt, ods, odp, xlsx, pptx.

CÓMO QUIERE RECIBIR SU RESPUESTA

Método de envío o retiro:* Correo electrónico

Correo electrónico:

Correo ingresado esta incorrecto favor revisar

Programa o aplicación:*

- PDF
- Word
- Excel
- Otro

Figura 4.8: Formato de solicitud para petición de información por portal de transparencia.

4.2 Metodología Objetivo 2: Sistematizar información respecto a proyectos de compostaje operativos en Chile previos al año 2017.

Esta etapa tuvo por finalidad la construcción de una base de datos técnica correspondiente al grupo 2, conformado por proyectos de plantas de compostaje operativas en Chile anteriores a diciembre de 2017.

La información fue obtenida a partir del Catastro de Instalaciones de Valorización de Residuos Orgánicos, proporcionado por el Departamento de Economía Circular del Ministerio del Medio Ambiente (MMA), ya que este reúne datos tanto de plantas que han ingresado al SEA como de aquellas que no lo han hecho, ofreciendo una caracterización más completa y realista del escenario histórico y actual del compostaje industrial en Chile. Posteriormente, cada proyecto fue verificado mediante revisión documental en el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA) y en el Sistema Nacional de Información de Fiscalización Ambiental (SNIFA), dentro del apartado “Unidades Fiscalizables” administrado por la Superintendencia del Medio Ambiente (SMA). Esta revisión permitió identificar antecedentes asociados a

conflictos por olores molestos y recopilar información técnica complementaria sobre su gestión y funcionamiento.

4.2.1 Definición y registro de proyectos pertenecientes al grupo 2.

La selección de la muestra se realizó considerando los siguientes criterios metodológicos:

1. Pertenencia al catastro oficial entregado por el Departamento de Economía Circular del MMA, con el fin de asegurar la validez y trazabilidad de los datos. Esta condición fue fundamental dada la ausencia de la fecha de inicio en el periodo de tiempo establecido para el grupo 2 y la dificultad de trazabilidad que esto puede implicar.
2. Inclusión de plantas cuyo objeto principal sea el compostaje de residuos orgánicos, así como aquellas en que esta actividad constituya una línea significativa dentro de un proceso de valorización más amplio.
3. Contar con Resolución de Calificación Ambiental (RCA) o Resolución Sanitaria favorable emitida hasta el 30 de noviembre de 2017, garantizando que los proyectos seleccionados correspondan al periodo previo a la publicación de la Guía para la Predicción y Evaluación de Impactos por Olor del SEIA.
4. Mantener vigencia de la RCA o Resolución Sanitaria al momento del análisis, asegurando que las plantas se encuentren operativas o con autorización ambiental válida.

Esta delimitación permitió conformar un conjunto de proyectos evaluados bajo criterios anteriores a la aplicación de la Guía de Olores del SEIA, diferenciándolos del grupo 1, compuesto por plantas aprobadas posteriormente bajo el nuevo marco metodológico. De esta manera, el grupo 2 constituyó una referencia comparativa histórica, que facilitó analizar la evolución técnica en la gestión de olores en plantas de compostaje a nivel nacional.

Para poder presentar el listado de proyectos pertenecientes al grupo 2 se tuvo que utilizar el formato que presenta la Tabla 4.8.8 con sus requerimientos.

Tabla 4.8: Registro de Proyectos de Plantas de Compostaje del grupo 2.

Nº	Nombre del proyecto	Titular	Región	Comuna	PGO	Tipo de instrumento	EIO

4.2.2 Análisis técnico de proyectos seleccionados.

Una vez definida la muestra del grupo 2, se examinaron los expedientes disponibles en las plataformas del SEIA y Snifa para cada proyecto con el fin de recopilar datos técnicos relevantes. En caso de ausencia parcial o total de información clave, el proyecto correspondiente fue excluido del análisis.

Los parámetros de análisis que se aplicaron al grupo N.º 2 fueron los mismos establecidos previamente para el grupo N.º 1, con el propósito de asegurar consistencia metodológica y permitir una comparación estructurada y objetiva entre ambos conjuntos de proyectos. Esta uniformidad facilitó la evaluación de diferencias y similitudes en cuanto a las condiciones técnicas, operativas y normativas de las plantas de compostaje incluidas en cada grupo.

A continuación, se detallan los parámetros que fueron considerados:

- Clasificación según la materia prima (clase 1, 2, 3 y 4).
- Clasificación según la capacidad de recepción (categoría A, B o C).
- Clasificación según el método de compostaje.
- Tipos de infraestructura.

Los resultados fueron ordenados y presentados en la Tabla 4.9.9 para facilitar su análisis y comparación.

Tabla 4.9: Caracterización técnica y operativa del grupo 2 de proyectos de plantas de compostaje.

Nº	Clase (1, 2, 3 y 4)	Categoría (A, B y C)	Ton residuos / Día	Método de Compostaje	Tipo de infraestructura

De igual manera con los aspectos correspondientes a las fuentes emisoras de olor, tasas de emisión de olor por fuente, ranking de la emisión odorantes encontradas en los EIO de las plantas correspondientes al grupo 2, se realizaron tablas reuniendo los datos correspondientes utilizando como base la Tabla 4.10.

Tabla 4.10: Datos referentes a las fuentes emisoras de olor de las plantas de compostaje.

Nombre de la planta	Fuentes identificadas por la planta	Tasa de emisión (UO/s)	Emisión olor por superficie (UO/m²s)	Ranking

De manera complementaria a los aspectos abarcados en el presente apartado y aportando a la caracterización de los proyectos seleccionados, se contempló la presentación de los datos de temperatura asociados a cada etapa de compostaje, como se muestra en la Tabla 4.11.

Tabla 4.11: Datos de temperatura por etapa en proceso de compostaje.

N°	Nombre de planta	Rango de temperatura en etapa Mesófila (°C)	Rango de temperatura en etapa Termófila (°C)	Rango de temperatura en etapa de maduración (°C)

4.2.3 Identificación de denuncias en proyectos de plantas de compostaje del grupo 2 en el SNIFA.

Con el objetivo de enriquecer la caracterización de los proyectos resultantes de la actividad anterior, se realizó una revisión detallada en el Sistema Nacional de Información de Fiscalización Ambiental (SNIFA) a través de su plataforma virtual (Figura 4.9) con el propósito de identificar la existencia de denuncias ciudadanas por olores molestos y eventuales sanciones administrativas asociadas a las instalaciones.

Búsqueda

Nombre Unidad Fiscalizable o Titular

Categoría Unidad Fiscalizable

Región

Comuna

N° de Expediente de Sancionatorio

Figura 4.9: Pantalla de búsqueda en plataforma Snifa (SMA, 2025).

Esta revisión permitió complementar los antecedentes técnicos con datos relativos al historial de cumplimiento ambiental de cada proyecto. Los resultados se presentaron utilizando como base la Tabla 4.12.12

Tabla 4.12: Resultados ingreso de proyectos clasificados en el SNIFA.

Nombre del proyecto	Existencia de denuncias	Existencia de sanciones

4.2.4 Solicitud de antecedentes sobre molestias por olor en plantas de compostaje del grupo 2.

Una vez realizado el análisis general de los antecedentes de plantas de compostaje para el grupo 2, tanto en los archivos presentes en el SEIA, como los datos encontrados en el SNIFA, se generó una solicitud de transparencia en el “Portal transparencia” a cada una de las respectivas municipalidades de las comunas donde están situadas las plantas de compostaje del grupo 2 de la misma forma en que se describe en el apartado 4.1.5.

La respuesta de los municipios se verá resumida en la Tabla 4.13.

Tabla 4.13: Datos de respuestas de transparencia grupo 2.

Nombre del Proyecto	Respuesta de las municipalidades

--	--

4.3 Metodología Objetivo 3: Comparar puntos pertinentes de la Guía e Instructivo con la información recopilada de las plantas de compostaje de ambos grupos.

Para el cumplimiento del objetivo se contrastó los contenidos técnicos en la Guía para la predicción y Evaluación de Impactos por Olor en el SEIA y el Instructivo del Plan de Gestión de Olores (PGO) con la realidad de las plantas de compostaje en Chile. La finalidad fue identificar incoherencias, vacíos o superposiciones que puedan afectar la correcta implementación de medidas de control de olor en proyectos de compostaje.

4.3.1 Elaboración de una matriz comparativa de exigencias y orientaciones técnicas entre la Guía de Evaluación de Olores del SEIA y los EIO del grupo 1 y 2.

Se elaboró una matriz que integra y compara la Guía para la predicción y evaluación de impactos por olor del SEIA con los estudios de impacto odorante correspondientes al grupo 1 y grupo 2. Asimismo, la matriz incorporó, cuando estuvo disponible, información asociada al contexto en que se efectuaron los muestreos de olor.

La matriz comparativa de la Guía para la Predicción y Evaluación de Impactos por Olor con los estudios de impacto odorante en el grupo 1 y grupo 2 (ver Tabla 4.15) identificó puntos comunes, contradicciones, omisiones y/o diferencias metodológicas, desagregadas en función de aspectos relevantes para las plantas de compostaje, tales como:

Antecedentes EIO:

- Nombre del Proyecto.
- Año de elaboración del EIO.
- Estado del proyecto según EIO.

Información relacionada a la fuente emisora:

- Metodología utilizada para estimación de emisiones de olor según lo que corresponda a un proyecto en ejecución o inexistente.
- Fuente identificada.
- Tipo de fuente.

Datos referentes a la muestra:

- Estación del año en que se realizó muestreo en proyecto o referencia.

- Materia prima procesada al momento de muestrear en proyectos o referencia en la toma de muestras.
- Caracterización según guía.
- Etapa del proceso de compostaje en que se extrae la muestra (si aplica).
- Existencia de descripción del momento en que se toma la muestra (hora, actividades previas al muestreo, etc.).
- Existencia de caracterización de la muestra.
- Método para cálculo de inmisión de olor.
- Describe las comunidades posibles afectadas.
- Informa distancia con los receptores de olor.

Conclusiones:

- Hallazgos y observaciones.

El criterio utilizado para el análisis de la caracterización según la guía en la matriz de la Tabla 4.15, corresponde a lo dispuesto en la Tabla 4.14:

Tabla 4.14: Criterios de caracterización de olor por muestra según Guía.

Caracterización según Guía	Si	No	Cumple criterios mínimos
Descripción	Describe en caso de que el proyecto esté en ejecución la Intensidad, tono hedónico, calidad, carácter y concentración o tasa de emisión de la fuente emisora. En caso de ser para el EIO un proyecto inexistente, basta con que considere concentración o tasa de emisión	Contrario al apartado "Si"	No cumple con todos los aspectos que considera el apartado "Si", pero al menos entrega valor de la concentración o tasa de emisión

Tabla 4.15: Matriz correspondiente al registro de hallazgos encontrados en el análisis de datos recabados de los EIO en grupos 1 y 2.

Nombre proyecto	
Año de elaboración EIO	
Estado de proyecto según EIO	
Metodología utilizada para estimación de emisiones de olor según lo que corresponda a un proyecto en ejecución o inexistente	
Fuente identificada	
Tipo de fuente	
Estación del año en que se realizó muestreo en proyecto o referencia.	
Materia prima procesada al momento de muestrear en proyectos o referencia en la toma de muestras	
Caracterización según guía	
Etapas del proceso de compostaje en que se extrae la muestra (si aplica)	
Existencia de descripción del momento en que se toma la muestra (hora, actividades previas al muestreo, etc.)	
Existencia de caracterización de la muestra	
Método para cálculo de inmisión de olor	
Describe las comunidades posibles afectadas	
Informa distancia con los receptores de olor	
Hallazgos y observaciones	

Para la tabla anterior el punto de hallazgo corresponde a la descripción de los casos en que un punto no se cumple, no se declara, o cuando la información fue incorporada de forma distinta a lo establecido en la Guía. Además, esta tabla permitió establecer con claridad las convergencias y divergencias entre el instrumento analizado y lo declarado por cada una de las plantas tanto del grupo 1, como para el grupo 2.

Para efectos prácticos la tabla anterior se resumió en la siguiente Tabla 4.16, en donde se llevó a cabo una compilación de los hallazgos y observaciones identificados en la matriz comparativa de la Tabla 4.15, considerando los Estudios de Impacto de Olores (EIO) encontrados.

La clasificación de “aspecto” fue según corresponda, “Antecedentes EIO”, “Información relacionada a la fuente emisora” o “Datos referentes a la muestra”.

Tabla 4.16: Compilación de las brechas identificadas a través de las observaciones y hallazgos encontrados.

Proyecto	Aspecto	Brechas técnicas identificadas

4.3.2 Elaboración de una matriz comparativa de exigencias y orientaciones según el Instructivo para la Elaboración de un Plan de Gestión de Olores (PGO).

Se elaboró una matriz comparativa entre el Instructivo para la Elaboración de un PGO y los planes de gestión de olores de las plantas del grupo 1 y 2 que cuenten con dicha información. Para ello se establecen los siguientes aspectos a considerar:

- Identificación general del establecimiento (ubicación, proceso, capacidad, diagrama de flujo).
- Identificación y caracterización de fuentes emisoras (puntuales, difusas, fugitivas, pasivas).
- Caracterización del olor: calidad, intensidad, tono hedónico, concentración (ouE/m³).
- Caracterización del entorno: uso de suelo, receptores, distancia, fuentes externas, denuncias.
- Estimación del alcance odorante mediante modelación, olfatometría o métodos de campo.
- Plan de trabajo con objetivos, indicadores, plazos, responsables y compromisos.
- Medidas preventivas en la recepción y manejo de materia prima (control temperatura, humedad, rotación).
- Medidas de control de emisiones (reducción de evaporación, barreras físicas, control de pH).
- Medidas de contención o encapsulamiento (cubiertas GORE, galpones, cierre de puertas y fugas).
- Tratamiento de fin de línea (biofiltros, scrubbers, lavadores químicos, carbón activado).
- Comunicación con la comunidad y canal de quejas formal implementado.
- Programa de seguimiento con indicadores de cumplimiento y puntos de control definidos.
- Monitoreo interno de fuentes y tecnologías, verificación de BPO y planes de mantención.
- Monitoreo externo en receptores: encuestas, registros de quejas, mediciones ambientales.
- Registro documentado de controles y resultados, con frecuencia definida según riesgo.
- Capacitación del personal y designación de responsables del control.

- Identificación del origen y tipo de contingencia (falla operativa, evento externo, corte eléctrico).
- Acciones inmediatas ante incidentes, comunicación con autoridades y comunidad.
- Registro, evaluación posterior y medidas preventivas futuras.
- Evaluación anual de efectividad, revisión de monitoreos y actualización del plan.

Para favorecer el análisis de resultados de los datos recopilados al comparar cada uno de los aspectos mencionados con los planes de gestión de olores de cada una de las plantas que cuenten con dicho documento, se presentó la información como se indica la Tabla 4.17.

Tabla 4.17: Matriz comparativa del Instructivo para la Elaboración de un Plan en Gestión de Olores con los PGO hallados.

Cumplimiento: Cumple (C); Cumple parcialmente (P); No cumple (NC); No aplica (NA)						
Etapas PGO	Punto clave según instructivo MMA (2020)	Planta 1	Planta 2	Planta 3	Planta 4	Observaciones
Diagnóstico inicial	Identificación general del establecimiento (ubicación, proceso, capacidad, diagrama de flujo).					
Diagnóstico inicial	Identificación y caracterización de fuentes emisoras (tabla descriptiva de fuentes y ubicación de estas).					
Diagnóstico inicial	Caracterización del olor: calidad, intensidad, tono hedónico, concentración (ouE/m ³).					
Diagnóstico inicial	Descripción del entorno de instalación (mapa con receptores y tabla con identificación de receptores).					

Diagnóstico inicial	Estimación del alcance odorante mediante modelación, olfatometría o métodos de campo.					
Medidas a implementar	Plan de trabajo con objetivos, indicadores, plazos, responsables y compromisos.					
Medidas a implementar	Medidas preventivas en la recepción y manejo de materia prima (control temperatura, humedad, rotación).					
Medidas a implementar	Medidas de control de emisiones (reducción de evaporación, barreras físicas, control de pH).					
Medidas a implementar	Medidas de contención o encapsulamiento (cubiertas GORE, galpones, cierre de puertas y fugas).					
Medidas a implementar	Tratamiento de fin de línea (biofiltros, scrubbers, lavadores químicos, carbón activado).					
Medidas a implementar	Comunicación con la comunidad y canal de quejas formal implementado.					
Seguimiento y control	Programa de seguimiento con indicadores de cumplimiento y puntos de control definidos.					
Seguimiento y control	Monitoreo interno de fuentes y tecnologías, verificación de BPO y planes de mantención.					

Seguimiento y control	Monitoreo externo en receptores: encuestas, registros de quejas, mediciones ambientales.					
Seguimiento y control	Registro documentado de controles y resultados, con frecuencia definida según riesgo.					
Seguimiento y control	Capacitación del personal y designación de responsables del control.					
Programa de contingencia	Identificación del origen y tipo de contingencia (falla operativa, evento externo, corte eléctrico).					
Programa de contingencia	Acciones inmediatas ante incidentes, comunicación con autoridades y comunidad.					
Programa de contingencia	Registro, evaluación posterior y medidas preventivas futuras.					
Revisión y mejora del PGO	Evaluación anual de efectividad, revisión de monitoreos y actualización del plan.					

Para completar las casillas de datos correspondiente al nivel de cumplimiento dentro de la Tabla 4.17, se utilizó el criterio denotado en la Tabla 4.18.

Tabla 4.18: Tabla explicativa de niveles de cumplimiento.

Nivel de Cumplimiento	Descripción técnica	Interpretación en el contexto del PGO
C – Cumple	El punto clave se encuentra totalmente abordado y documentado, de acuerdo con los criterios técnicos del Instructivo del MMA (2020).	La planta dispone de información completa, verificable y actualizada (diagnóstico, medidas, monitoreo, etc.)
P – Parcialmente cumple	El punto clave se aborda de forma incompleta, faltan antecedentes, justificaciones técnicas o trazabilidad documental.	Existen medidas o descripciones generales, pero sin respaldo técnico o sin incluir todos los elementos requeridos.
NC – No cumple	El punto clave no se encuentra desarrollado ni respaldado técnicamente en el PGO o RCA.	La planta no contempla el aspecto evaluado o carece de medidas concretas en esa materia.
NA – No aplica	El punto clave no aplica al tipo de instalación o proceso (por ejemplo, fuentes inexistentes o condiciones no relevantes).	Solo se utiliza cuando el criterio no tiene pertinencia técnica para el tipo de planta.

Las observaciones se realizaron considerando los “No cumple” y “Parcialmente cumple”, en este último enfocado en las medidas que se realizaron de manera incompleta (como tablas con falta de datos relevantes descritos en instructivo) y aquellas que simplemente no se declararon.

4.3.3 Síntesis de brechas entre los PGO y el Instructivo para la Elaboración de un Plan de Gestión de Olores.

Para facilitar una visualización compacta y estructurada de los hallazgos identificados en la Tabla 4.17 , se elaboró la Tabla 4.19, la cual presenta un resumen de los proyectos que cuentan con un Plan de Gestión de Olores (PGO) y los hallazgos detectados al comparar dichos PGO con el Instructivo. Dichos hallazgos fueron considerados brechas técnicas entre el Instructivo y los PGO.

Tabla 4.19: Brechas encontradas en los PGO.

Proyecto	Principales brechas del PGO respecto al Instructivo MMA (2020)

4.4 Metodología Objetivo 4: Formular propuestas de mejora a las brechas encontradas que fortalezcan la Guía y el Instructivo, enfocada en plantas de compostaje.

4.4.1 Propuesta de mejoras a las brechas encontradas entre la Guía de Predicción y evaluación de impactos por olor y los EIO

Una vez se contó con los antecedentes obtenidos en el presente estudio específicamente los hallazgos/brechas derivadas de la caracterización de las plantas pertenecientes a los grupos 1 y 2 y con la información bibliográfica pertinente, se procedió a elaborar una propuesta de mejoras técnicas orientada a las brechas identificadas durante el análisis previo.

Para cada brecha detectada, se consideró necesario justificar la propuesta formulada, indicando de manera explícita cómo esta contribuía a subsanar la deficiencia observada en el contexto del estudio. Asimismo, se integró información específica de las plantas de compostaje chilenas analizadas, con el fin de adaptar las recomendaciones técnicas derivadas de la literatura internacional a la realidad operacional nacional, considerando prácticas de gestión local entre otros aspectos que se vean relevantes mencionar.

En los casos en que las brechas se asociaron a vacíos o falta de información técnica, la revisión bibliográfica adquirió un rol central, tanto para respaldar la formulación de las mejoras como para establecer rangos de referencia, fundamentos teóricos o antecedentes técnicos que justificaran las recomendaciones.

Dado que la naturaleza de las brechas identificadas fue diversa, no se adoptó una estructura única de desarrollo, sino que se elaboraron propuestas específicas para cada aspecto crítico, ajustadas a su contexto técnico y operacional. Para facilitar la comprensión y comparación de los resultados, las mejoras fueron presentadas mediante tablas las cuales permitieron visualizar de manera ordenada las soluciones propuestas y sus fundamentos.

Finalmente, con el propósito de fortalecer la pertinencia de las propuestas, se incorporó información relativa a denuncias y antecedentes de conflictos por olores, los cuales fueron utilizados como elementos de contraste y verificación. De esta forma, la metodología aplicada permitió vincular las mejoras sugeridas con situaciones reales de impacto odorante, orientando la propuesta hacia la prevención de futuros conflictos ambientales y la mejora continua en la gestión de olores dentro de las plantas de compostaje estudiadas.

4.4.2 Propuesta de mejoras a las brechas encontradas entre el Instructivo para Elaborar un Plan de Gestión de Olores y los PGO.

La formulación de mejoras destinadas a subsanar las brechas detectadas entre los Planes de Gestión de Olores (PGO) analizados y los contenidos establecidos en el Instructivo del Ministerio del Medio Ambiente se desarrolló mediante un proceso estructurado que integró análisis documental, criterios operativos y revisión comparada de instrumentos técnicos. Esta etapa se inició a partir de la sistematización de los hallazgos presentados en la Tabla 4.13 y sintetizados en la Tabla 4.15, lo que permitió identificar vacíos recurrentes, diferencias en la interpretación del instrumento y limitaciones en la trazabilidad y completitud de la información declarada por los titulares.

Con base en estos antecedentes, se elaboró una matriz de correspondencia entre cada brecha identificada, el requerimiento técnico asociado y el componente del PGO susceptible de ser fortalecido. Esta matriz permitió definir, de manera ordenada, los elementos que debían ser incorporados, precisados o estandarizados, estableciendo un puente metodológico directo entre las deficiencias detectadas y las mejoras propuestas. Para cada aspecto crítico se analizaron criterios de aplicabilidad, claridad técnica, verificabilidad y pertinencia operativa, con el fin de asegurar que las recomendaciones fueran coherentes con el funcionamiento real de las plantas de compostaje industrial.

El desarrollo de las propuestas consideró la revisión de instrumentos técnicos complementarios, tales como plantillas internacionales de gestión de olores y documentos sectoriales utilizados en países con normativas avanzadas en esta materia. Esta revisión comparada permitió identificar componentes mínimos, enfoques de estandarización y buenas prácticas aplicables al contexto nacional. Asimismo, se incorporaron criterios provenientes de literatura especializada sobre procesos de compostaje, especialmente respecto a la identificación de etapas críticas, variables operacionales relevantes y condiciones de mayor emisión odorante. Estos insumos fueron esenciales para definir qué parámetros debían incluirse de forma obligatoria dentro de la estructura de un PGO.

Adicionalmente, se evaluó la necesidad de incorporar criterios que permitieran fortalecer la claridad y la trazabilidad de la información incluida en un PGO, considerando las dificultades observadas en los documentos revisados. Para ello, se analizaron los tipos de antecedentes y evidencias que habitualmente se requieren para respaldar la gestión odorante, con el fin de definir, a un nivel general, qué categorías de información debieran estar debidamente presentadas y estructuradas dentro del instrumento. Este análisis permitió orientar las propuestas hacia lineamientos amplios y aplicables a diferentes tipos de instalaciones, manteniendo un enfoque transversal y evitando especificaciones particulares por planta.

5 Resultados

5.1 Resultados Objetivo 1: Sistematizar información respecto a proyectos de compostaje aprobados en el SEIA entre 2017 y 2024.

5.1.1 Definición del filtro para la construcción de la muestra de proyectos de estudio.

Una vez aplicada la metodología descrita en el apartado 4.1.1, se procedió a la construcción de la tabla correspondiente, conforme a los criterios de búsqueda establecidos en el visor de expedientes del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (e-SEIA). Como resultado, se obtuvo un total de 55 proyectos que cumplían con los filtros definidos para esta etapa. Estos proyectos se presentan en la Tabla 5.1, la cual detalla los antecedentes básicos de cada iniciativa y constituye la base inicial sobre la cual se desarrollarán los análisis posteriores.

Tabla 5.1: Listado de proyectos ingresados al SEIA a los cuales se les aplicó primer filtro.

Nombre	Región	Tipología	Estado	Fecha calificación
Ampliación Capacidad Cancha de Compostaje VSPT	Región Metropolitana de Santiago	o8	Aprobado	07-04-2025
Modificación Planta Bio Energía Molina	Región del Maule	o8	Aprobado	26-11-2024
BioCircular Los Laureles	Región de Los Lagos	o8	Aprobado	26-01-2024
Plataforma de Economía Circular Volta Los Lagos	Región de Los Lagos	o8	Aprobado	06-08-2024
BioCircular Los Ciruelos	Región del Maule	o8	Aprobado	09-01-2024
Planta de Compostaje Viña Los Vascos	Región del Libertador General	o8	Aprobado	12-10-2023

Nombre	Región	Tipología	Estado	Fecha calificación
	Bernardo O'Higgins			
Centro de Gestión de Residuos Sólidos, Magallanes	Región de Magallanes y Antártica Chilena	o5	Aprobado	12-10-2023
Ampliación y Regularización Planta de reciclaje y compostaje Italo Cariola Sabaj	Región de Valparaíso	o8	Aprobado	04-06-2024
Centro de acopio con clasificación y separación de residuos Trábun	Región Metropolitana de Santiago	o8	Aprobado	23-10-2023
Centro de Gestión de Residuos Sólidos Tierra del Fuego	Región de Magallanes y Antártica Chilena	o5	Aprobado	30-05-2023
Centro de Recepción y Disposición Final de Biosólidos	Región de Antofagasta	o8	Aprobado	23-06-2023
Ampliación de Capacidad de Planta Talca	Región del Maule	o5	Aprobado	14-03-2023
Plataforma de Manejo de Residuos para Reciclaje y Valorización Energética, Coactiva SpA	Región Metropolitana de Santiago	o8	Aprobado	27-06-2023
Continuidad Operacional Centro de	Región del Biobío	o5	Aprobado	20-11-2023

Nombre	Región	Tipología	Estado	Fecha calificación
Manejo de Residuos Concepción				
Planta de valorización de neumáticos fuera de uso	Región de Antofagasta	o8	Aprobado	13-05-2022
Ampliación Centro Crucero	Región de Los Lagos	o8	Aprobado	19-04-2022
Construcción Relleno Sanitario Comuna de Chañaral	Región de Atacama	o5	Aprobado	23-03-2022
Plan de Cierre, Sellado y Reversión a Relleno Sanitario del Vertedero Popeta, comuna de Melipilla	Región Metropolitana de Santiago	o5	Aprobado	06-10-2022
Sistema de Ensilaje Masivo para Mortalidad de Salmones, Chiloé	Región de Los Lagos	o8	Aprobado	23-06-2022
Sistema de Ensilaje Masivo para Mortalidad de Salmones, Área Cholgo	Región de Los Lagos	o8	Aprobado	23-06-2022
Modernización Planta Bulnes 1	Región de Ñuble	o8	Aprobado	18-10-2021
Centro de Compostaje Villa Alemana	Región de Valparaíso	o5	Aprobado	07-09-2021
Mejoramiento y Transformación Ecomaule: Plataforma	Región del Maule	o8	Aprobado	01-07-2021

Nombre	Región	Tipología	Estado	Fecha calificación
de Reciclaje y Valorización				
Relleno Sanitario Particular, Swanhouse S.A.	Región de Magallanes y Antártica Chilena	o8	Aprobado	03-08-2021
Continuidad operativa Relleno Sanitario Hidronor Zona Sur	Región del Biobío	o5	Aprobado	14-04-2025
Planta Innovación Circular Arauco	Región del Biobío	o8	Aprobado	07-03-2022
Base de Operaciones - La Divisa	Región Metropolitana de Santiago	o8	Aprobado	19-04-2021
Parque Punahuel	Región de Los Lagos	o8	Aprobado	02-08-2022
Planta de Separación y Tratamiento para la Valorización de Residuos Eco Campus - Rembre	Región Metropolitana de Santiago	o8	Aprobado	05-08-2024
Construcción Relleno Sanitario de la Comuna de Pozo Almonte	Región de Tarapacá	o5	Aprobado	03-07-2020
Nuevo Depósito de Residuos Industriales Sólidos no Peligrosos Planta Constitución-Viñales	Región del Maule	o8	Aprobado	14-09-2020

Nombre	Región	Tipología	Estado	Fecha calificación
Optimización de los Recursos de la planta Estación de Transferencia de Residuos Sólidos Domiciliarios, Asimilables e Industriales Lautaro	Región de La Araucanía	o5	Aprobado	19-02-2020
Aplicación de economía circular a través de Co - procesamiento en planta Teno de Cbb	Región del Maule	o8	Aprobado	04-02-2020
Centro de Tratamiento Integral de Residuos Sólidos de Alto Hospicio	Región de Tarapacá	o5	Aprobado	12-06-2019
Centro de Pretratamiento para la Valorización de Residuos (GIRI)	Región Metropolitana de Santiago	o5	Aprobado	05-08-2019
Optimización Proceso Productivo Horno 1, Planta Cerro Blanco	Región Metropolitana de Santiago	o8	Aprobado	13-11-2019
Planta de Separación de Residuos Reciclables Inser S. A	Región Metropolitana de Santiago	o5	Aprobado	01-04-2019
Kal Tire TRS	Región de Antofagasta	o8	Aprobado	23-05-2019
Nuevo Depósito de Residuos Industriales Sólidos No Peligrosos Planta Licancel	Región del Maule	o8	Aprobado	23-05-2019

Nombre	Región	Tipología	Estado	Fecha calificación
Disposición temporal de residuos de generación de la unidad CTM 4 en Depósito CTM existente	Región de Antofagasta	o8	Aprobado	13-06-2018
Galpón de Encalado de Lodos Cabrero	Región del Biobío	o8	Aprobado	18-07-2018
Construcción Relleno Sanitario Comuna de Diego de Almagro	Región de Atacama	o5	Aprobado	29-10-2018
Centro de Gestión Residuos Sólidos Cochrane - Tortel	Región de Aysén	o5	Aprobado	16-04-2018
Relleno Sanitario Santa Inés	Región de Tarapacá	o5	Aprobado	07-09-2023
Planta de Desarme y Reciclaje de partes de Vehículos y Chatarra Metálica	Región de Tarapacá	o8	Aprobado	01-02-2018
Modificación en el tratamiento de la mortalidad mediante un sistema de ensilaje para piscicultura Campamento Viejo, El Peumo y Kudiñam	Región del Biobío	o5	Aprobado	11-12-2017
Relleno Sanitario de Pica	Región de Tarapacá	o5	Aprobado	06-06-2018

Nombre	Región	Tipología	Estado	Fecha calificación
Planta de Separación de Material reciclable	Región Metropolitana de Santiago	o5	Aprobado	17-10-2017
Planta de reciclaje de aceites, caucho y plásticos fuera de uso	Región Metropolitana de Santiago	o8	Aprobado	03-01-2018
Centro de Manejo de Residuos Sólidos Malleco Norte	Región de La Araucanía	o5	Aprobado	06-03-2018
Incorporación de Sustratos Orgánicos de Origen Vegetal al Biodigestor del Plantel de Cerdos Las Pampas	Región del Libertador General Bernardo O'Higgins	o8	Aprobado	26-10-2017
Reciclaje de Neumáticos para Granulado	Región de Tarapacá	o8	Aprobado	20-04-2017
Modificación a la Tasa de Tratamiento Máxima de Residuos Para el Proyecto Plan de Cierre, Sellado y Reconversión a Relleno Sanitario Sitio de Disposición Final, San Pedro	Región de Valparaíso	o5	Aprobado	15-09-2017
Continuidad Operacional Relleno Sanitario Comuna de Calama	Región de Antofagasta	o5	Aprobado	17-03-2017
Depósito de seguridad, etapa IV, Hidronor Copiulemu S.A	Región del Biobío	o8	Aprobado	05-10-2018

Posteriormente y con el objetivo de focalizar aquellos proyectos que fueron evaluados en las siguientes etapas metodológicas del estudio, se realizó una consulta técnica a profesionales del Departamento de Olores del Ministerio del Medio Ambiente y del Departamento de Economía Circular, quienes validaron el listado inicial y recomendaron la exclusión de 33 proyectos. Este descarte se fundamentó en dos criterios principales: (i) El tipo de proyecto, considerando exclusivamente aquellos cuyo objeto central fuera la operación de una planta de compostaje o que incluyeran procesos de compostaje dentro de su línea de valorización orgánica, excluyendo instalaciones en que este fuera una actividad complementaria o secundaria; y (ii) la titularidad del proyecto, excluyendo aquellos pertenecientes a sectores productivos no relacionados directamente con el compostaje urbano, agrícola o agroindustrial, tales como minería, celulosa o cementeras, entre otros.

Dado lo anterior y para visibilizar de mejor manera el descarte generado por los profesionales del MMA, se realizó la siguiente Tabla 5.2, en donde están descritos los nombres de los proyectos, el titular y el tipo de proyecto, restantes posteriores al descarte efectuado.

Tabla 5.2: Resultados de proyectos evaluados posterior consulta a profesionales.

Nº	Nombre del proyecto	Titularidad	Tipo de proyecto
1	Plataforma de Economía Circular Volta Los Lagos	Volta Servicios SPA	Compostaje/Digestato/otros
2	Ampliación y Regularización Planta de reciclaje y compostaje Italo Cariola Sabaj	Reciclaje y compostaje Italo Antonio Cariola Sabaj	Compostaje
3	Ampliación Centro Crucero	Zero Corp SpA	Compostaje
4	Centro de Compostaje Villa Alemana	Ilustre Municipalidad de Villa Alemana	Compostaje
5	Mejoramiento y Transformación Ecomaule: Plataforma de Reciclaje y Valorización	ECOMAULE S.A	Compostaje/Digestato/otros

N°	Nombre del proyecto	Titularidad	Tipo de proyecto
6	Centro de Tratamiento Integral de Residuos Sólidos de Alto Hospicio	MUNICIPALIDAD DE ALTO HOSPICIO	Compostaje
7	Centro de Gestión Residuos Sólidos Cochrane - Tortel	Ilustre Municipalidad de Cochrane, Región de Aysén.	Compostaje
8	Modificación Planta Bio Energía Molina	Bio Energía Molina SpA	Digestato
9	BioCircular Los Laureles	BioCircular Los Laureles	Digestato
10	BioCircular Los Ciruelos	BioCircular Los Ciruelos SpA	Digestato
11	Centro de Gestión de Residuos Sólidos, Magallanes	Gobierno Regional de Magallanes y Antártica Chilena	Relleno sanitario
12	Centro de Gestión de Residuos Sólidos Tierra del Fuego	Gobierno Regional de Magallanes y Antártica Chilena	Relleno sanitario
13	Ampliación de Capacidad de Planta Talca	F4F SpA.	Revalorización por productos de valor nutricional y bioinsumos agrícolas
14	Plataforma de Manejo de Residuos para Reciclaje y Valorización Energética, Coactiva SpA	COACTIVA SPA	Revalorización energética
15	Continuidad Operacional Centro de Manejo de Residuos Concepción	CEMARC S.A.	Relleno sanitario con tratamiento para lixiviados

N°	Nombre del proyecto	Titularidad	Tipo de proyecto
16	Modernización Planta Bulnes 1	Verde Corp SpA	Compostaje / otros
17	Planta Innovación Circular Arauco	Verde Corp SpA	Compostaje / otros
18	Base de Operaciones - La Divisa	STARCO S.A.	Enfardado de material reciclable
19	Parque Punahuel	RESITER INDUSTRIAL S.A.	Vertedero
20	Centro de Pretratamiento para la Valorización de Residuos (GIRI)	Ambipar Servicios de Valorización Limitada	Pretratamiento de residuos varios
21	Centro de Manejo de Residuos Sólidos Malleco Norte	Consortio Cosemar y William Ives S. A	Relleno sanitario
22	Continuidad Operacional Relleno Sanitario Comuna de Calama	Ilustre Municipalidad de Calama	Relleno sanitario

La tabla anterior presentó un total de 22 proyectos seleccionados a partir de un conjunto inicial de 55 antecedentes recopilados. Tal como se establece en la metodología correspondiente a este objetivo, sobre estas 22 plantas se llevó a cabo un análisis técnico de verificación, con el propósito de confirmar que correspondan efectivamente a instalaciones de compostaje o valorización de residuos orgánicos cuyo proceso principal sea atribuible al compostaje, aun cuando desarrollen actividades complementarias de tratamiento o gestión de residuos de manera simultánea. Esta etapa permitió depurar la muestra y asegurar que los proyectos incluidos representen de forma precisa las tecnologías y enfoques operativos asociados al compostaje industrial en Chile.

5.1.2 Registro de muestra de proyectos de plantas de compostaje para el grupo 1.

Los resultados de esta actividad se consolidaron en la Tabla 5.3, la cual entregó un panorama general del estado de cumplimiento documental y técnico de las plantas de compostaje con Resolución de Calificación Ambiental (RCA) favorable entre los años 2017 y 2024 y que se encontraran en su fase operativa. Dicho análisis entregó un total de 6 plantas válidas, lo que genera información relevante como insumo fundamental para el desarrollo de los análisis posteriores del presente estudio.

Tabla 5.3: Registro de Proyectos de Plantas de Compostaje operativas y con RCA Favorable entre los años 2017 y 2024.

Nº	Nombre del proyecto	Titular	Región	Comuna	PGO	Tipo de instrumento (EIA/DIA)	EIO
1	Plataforma de Economía Circular Volta Los Lagos	Volta Servicios SPA	Región de Los Lagos	Mauullín	SI	DIA	SI
2	Ampliación y Regularización Planta de reciclaje y compostaje Italo Cariola Sabaj	Reciclaje y compostaje Italo Antonio Cariola Sabaj	Región de Valparaíso	Calle Larga	NO	DIA	SI
3	Ampliación Centro Crucero	Zero Corp SpA	Región de Los Lagos	Purranque	SI	DIA	SI
4	Centro de Compostaje Villa Alemana	Ilustre Municipalidad de Villa Alemana	Región de Valparaíso	Villa Alemana	NO	DIA	SI
5	Mejoramiento y Transformación Ecomaule: Plataforma de Reciclaje y Valorización	ECOMAUL E S.A	Región del Maule	Río Claro	SI	DIA	SI
6	Modernización Planta Bulnes 1	Verde Corp SpA	Región de Ñuble	Bulnes	SI	DIA	SI

La Tabla 5.3 presentó seis proyectos correspondientes al grupo N.º 1, conformado por plantas de compostaje operativas con RCA favorable entre los años 2017 y 2024. Todas las instalaciones fueron evaluadas mediante Declaración de Impacto Ambiental (DIA) y contaron con Estudio de Impacto Odorante (EIO), lo que evidencia la aplicación de los lineamientos establecidos por la Guía para la Predicción y Evaluación de Impactos por Olor del SEIA. Asimismo, cuatro de las seis plantas registraron la implementación de un Plan de Gestión de Olores (PGO), reflejando una mayor integración de instrumentos de control odorante y de gestión ambiental en los proyectos más recientes.

5.1.3 Caracterización de los proyectos seleccionados en el grupo 1.

Para el desarrollo de esta etapa, se realizó un análisis técnico de los proyectos previamente clasificados, con el objetivo de caracterizar en detalle sus principales atributos operacionales y tecnológicos. Para ello, se revisaron los respectivos expedientes ambientales disponibles en la plataforma del SEIA.

Los resultados de este levantamiento fueron organizados en la Tabla 5.4, la cual permite visualizar de manera estructurada los componentes técnicos de los 6 proyectos incluidos en esta etapa del estudio.

Tabla 5.4: Resultados de la caracterización técnica y operativa de proyectos de plantas de compostaje aprobados en el SEIA (2017–2024).

Nº	Nombre de la planta	Clase (1, 2, 3 y 4)	Categoría (A, B y C)	Ton residuos / Día	Método de Compostaje	Tipo de infraestructura
1	Plataforma de Economía Circular Volta Los Lagos	1, 2, 3 y 4	A	131,5	Sistema mixto	Abierto y semi - cerrado
2	Ampliación y Regularización Planta de reciclaje y compostaje Italo Cariola Sabaj	1, 2, 3 y 4	B	60	Pilas volteadas mecánicamente	Abierto y semi - cerrado
3	Ampliación Centro Crucero	1 y 4	A	120	Pila estática aireada con cubierta semipermeable	Semi - cerrada
4	Centro de Compostaje Villa Alemana	1 y 2	C	19,5	Pilas volteadas mecánicamente	Abierto

Nº	Nombre de la planta	Clase (1, 2, 3 y 4)	Categoría (A, B y C)	Ton residuos / Día	Método de Compostaje	Tipo de infraestructura
5	Mejoramiento y Transformación Ecomaule: Plataforma de Reciclaje y Valorización	1, 2 y 3	A	208	Sistema mixto	Abierto y cerrado tipo galpón
6	Modernización Planta Bulnes 1	1, 2 y 3	A	100	Pila estática aireada con cubierta semipermeable	Semi - cerrada

La Tabla 5.4 presentó los resultados de la caracterización técnica y operativa de seis proyectos de plantas de compostaje aprobadas en el SEIA entre 2017 y 2024, correspondientes al grupo N.º 1. La mayoría de las instalaciones pertenecieron a la categoría A, con capacidades superiores a 100 toneladas diarias, lo que refleja un nivel industrial de operación. En cuanto al tipo de residuos, predominó el tratamiento de clases 1, 2 y 3, mientras que las clases 4 estuvieron presentes en casos específicos como Centro Crucero. Los métodos de compostaje más frecuentes fueron los sistemas mixtos y las pilas estáticas con aireación forzada (ASP), ambos asociados a mayores niveles de control y eficiencia operativa. Respecto a la infraestructura, se observó una tendencia hacia configuraciones abiertas y semi-cerradas, con presencia de galpones o estructuras parcialmente confinadas, evidenciando una adaptación técnica orientada al control de emisiones y condiciones ambientales del proceso.

Como complemento visual de los datos presentados en la Tabla 5.4 se entregan gráficos correspondientes a cada sección de la caracterización, esto estará visualizado en la Figura 5.1, Figura 5.2, Figura 5.3, Figura 5.4 y Figura 5.5.

En la Figura 5.1 se observa en primera instancia que la totalidad de las plantas analizadas procesan residuos pertenecientes a la clase 1, correspondiente a residuos de jardinería, podas y materiales vegetales de bajo riesgo sanitario, tratados por seis plantas del grupo. En segundo lugar, las clases 2 y 3 presentan igual representación (cuatro plantas cada una), mientras que la clase 4 aparece en menor proporción, siendo tratada por tres de seis plantas.

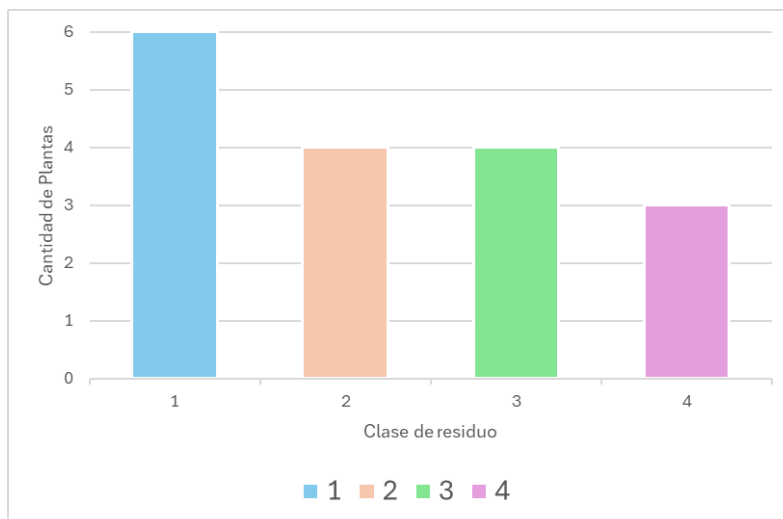


Figura 5.1: Gráfico de clases de residuos en instalación de plantas de compostaje grupo 1.

La Figura 5.2 muestra la distribución de las plantas según su categoría de recepción. El 67 % corresponde a categoría A (más de 30 ton/día), un 16 % a categoría B (entre 10 y 30 ton/día) y un 17 % a categoría C (entre 1 y 10 ton/día). Esto evidencia que la mayoría de las plantas del grupo analizado son instalaciones de gran escala, de las cuales las categorías A y B son objeto de análisis, debido a la próxima entrada en vigencia del reglamento sanitario que regula tanto este tipo de instalaciones como también la clase de residuo tratado, haciendo que por la ley de permisividad tengan que entrar al SEA, bajando el umbral de ingreso al SEA (en este caso ya lo están) y presentar un EIO y PGO, recurriendo tanto a la Guía como al Instructivo.

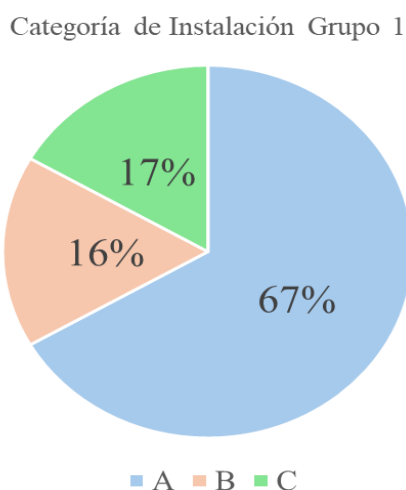


Figura 5.2: Gráfico de proporciones de categoría de instalación en plantas de compostaje grupo 1.

De acuerdo con la Figura 5.3, se identificó una distribución equitativa entre las tres tecnologías predominantes: sistema mixto, pilas volteadas mecánicamente y pilas estáticas aireadas con

cubierta semipermeable (33,3 % cada una). Esta diversidad refleja la coexistencia de métodos tradicionales de compostaje con tecnologías más avanzadas de aireación y control ambiental.

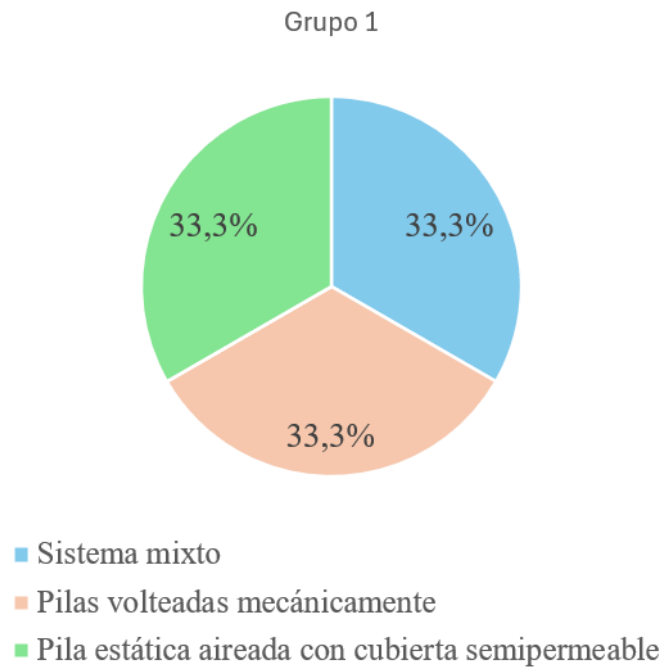


Figura 5.3: Gráfico de proporciones de tecnologías en plantas de compostaje grupo 1.

Como se detalla en la Figura 5.4, dentro del grupo de sistemas mixtos se observó que ambas plantas cuentan con volteo mecánico, sin embargo, Ecomaule cuenta con una tecnología de pilas estáticas con aireación forzada y Volta los lagos con pilas estáticas aireadas con cubierta semipermeable. Esto reflejó una tendencia hacia soluciones híbridas que buscan compatibilizar control de proceso y reducción de impactos odorantes, al integrar tecnologías de confinamiento parcial con aireación controlada. Lo anterior muestra un avance en la incorporación de prácticas de gestión odorante más efectivas.

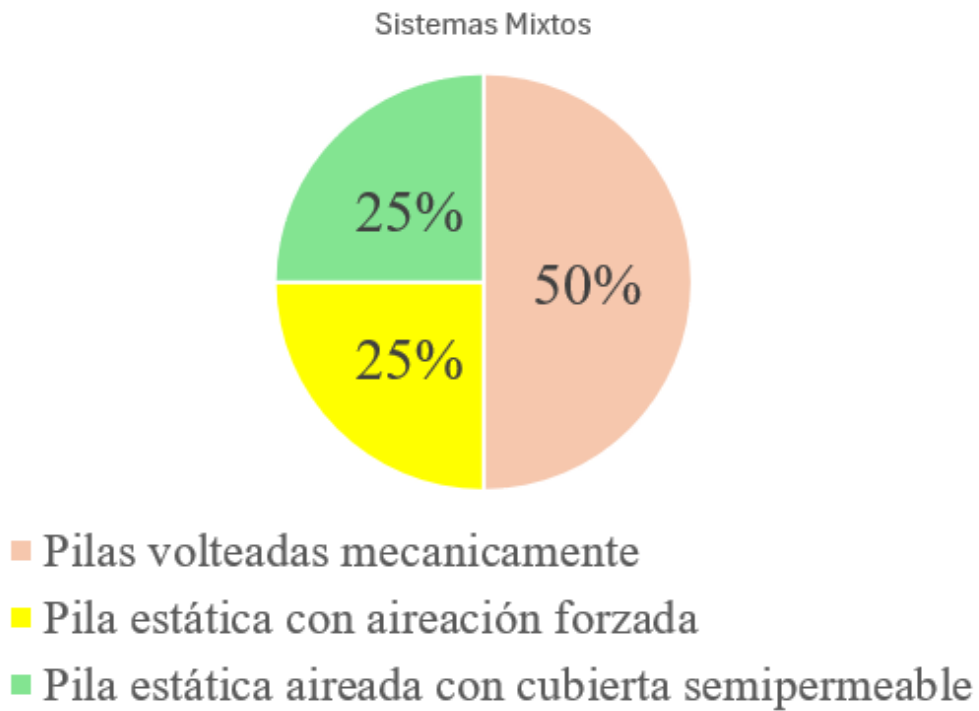


Figura 5.4: Gráfico de proporciones de tecnologías sistemas mixtos en plantas de compostaje grupo 1.

La Figura 5.5 evidencia que un 33% % de las plantas opera con infraestructura abierta, el otro 33% semi-cerrada y finalmente el 33 % restante cuenta con infraestructura cerrada tipo galpón o nave.

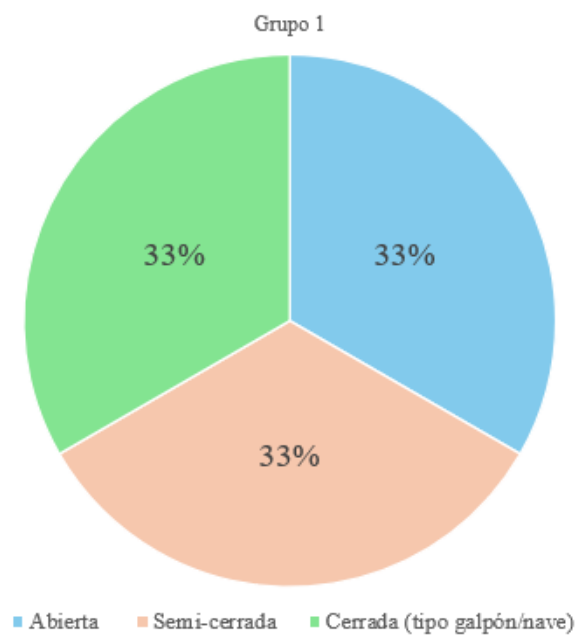


Figura 5.5: Gráfico de proporciones de infraestructura en plantas de compostaje grupo 1.

Respecto a los TEO y Ranking del grupo 1, fueron esenciales para identificar el punto de mayor emisión de olor dentro del proceso de compostaje de cada planta. Los valores detallados para cada instalación se presentaron en los Anexo 1 y Anexo 2, mientras que a continuación se sintetizan los principales patrones observados.

En la planta Volta Los Lagos, nuevamente fueron las trincheras las que concentraron las emisiones más altas (5.736,96 ouE/s), asociadas al manejo inicial del material y a fases de degradación temprana. Las emisiones en el patio de maduración fueron significativamente menores.

En Ítalo Cariola Sabaj, la fuente más emisora correspondió al compostaje en fase activa, con un valor de 25.200 ouE/s, el más elevado dentro del grupo. Esta etapa superó ampliamente las emisiones de maduración y de las piscinas de lixiviados.

En el caso de Ampliación Centro Crucero, las mayores emisiones se concentraron en las trincheras (3.840 ouE/s), unidad donde se maneja material fresco en degradación inicial, lo que indica que esta etapa representa uno de los puntos operacionales más críticos en términos odorantes.

En Centro de Compostaje Villa Alemana, la mayor emisión se observó en la cancha de compostaje en fase activa (52,74 ouE/s), superando al pretratamiento y a la maduración.

En Ecomaule, las canchas de compostaje 3 y 4 registraron los TEO más altos del conjunto (7.441,46 y 8.420,32 ouE/s, respectivamente), seguidas por las canchas 1 y 2. Los galpones de compostaje presentaron valores considerablemente menores, lo que evidencia que las emisiones se generan predominantemente en las pilas activas en superficie.

Finalmente, en Bulnes 1, las mayores emisiones se concentraron en la zona de proceso de pilas para sustrato (2.765 ouE/s) y en la zona de armado de pilas (2.402 ouE/s), ambas asociadas al compostaje activo y al manejo inicial del material. Estos valores resultaron superiores a los observados en la trinchera de residuos orgánicos (1.164 ouE/s), en la recepción de residuos (401 ouE/s) y en la zona de almacenamiento de producto terminado (608 ouE/s), lo que confirma que las operaciones de conformación y procesamiento de pilas constituyen los puntos más críticos en términos de generación de olor dentro de esta planta.

Respecto a los datos que utilizaron como base la Tabla 4.6 correspondientes a la temperatura por proceso de compostaje (biológico) se pueden encontrar en el Anexo 3 donde se desprende que las plantas del grupo 1 declaran que en la fase mesófila se encuentra comprendida entre 15 y 55°C, mientras que los valores entregados para identificar la etapa de la fase termófila rondaba los 40 y 65°C en promedio, destacando que las plantas declararon valores que superan incluso este rango pudiendo llegar aproximadamente a los 70°C como indica el DIA de la planta de compostaje de Villa Alemana. En cuanto a la etapa de maduración, esta comienza en un rango de entre los 40 y 45°C alcanzando temperaturas similares a las del ambiente.

5.1.4 Identificación de denuncias y sanciones de proyectos de plantas de compostaje pertinentes en el SNIFA.

Como se planteó en la metodología 4.1.4, se realizó la tabla de identificación tanto de denuncias como de sanciones (Tabla 5.5) en caso de haber, para cada uno de los proyectos correspondientes al grupo 1.

Tabla 5.5: Resultados presencia de denuncias y sanciones por impacto odorante en plantas de compostaje del grupo 1 en SNIFA.

Nombre del proyecto	Existencia de denuncias	Existencia de sanciones
Plataforma de Economía Circular Volta Los Lagos	NO	NO
Ampliación y Regularización Planta de reciclaje y compostaje Italo Cariola Sabaj	NO	NO
Ampliación Centro Crucero	SI	NO
Centro de Compostaje Villa Alemana	NO	NO
Mejoramiento y Transformación Ecomaule: Plataforma de Reciclaje y Valorización	NO	NO
Modernización Planta Bulnes 1	NO	NO

La única planta incluida en el grupo de estudio que presenta denuncias corresponde a Ampliación Centro Crucero, registrándose un total de 49 denuncias asociadas a la emisión de olores.

Del total reportado:

1. 23 denuncias hacen referencia a afectaciones en la salud física y/o mental, así como en la calidad de vida de las personas denunciantes, constituyendo este el motivo más frecuente.
2. 13 denuncias mencionan únicamente la presencia de malos olores.
3. 6 denuncias vinculan el olor con la aparición de moscas.
4. 3 denuncias atribuyen los olores al inadecuado manejo operativo y a la ausencia de medidas precautorias.

Se observa que la mayor concentración de denuncias se registró durante el año 2025, con un total de 46 casos y en cuanto a los meses en los que se realizó el total de denuncias, estos están comprendidos entre diciembre y abril (ver Anexo 4).

5.1.5 Solicitud de antecedentes sobre molestias por olor en plantas de compostaje grupo 1.

Una vez realizado el análisis general de los antecedentes de plantas de compostaje para el grupo 1, tanto en los archivos presentes en el SEIA, como los datos encontrados en el SNIFA, se generó una solicitud de transparencia en el “Portal transparencia” a cada una de las respectivas municipalidades de las comunas donde están situadas las plantas de compostaje del grupo 1. Para poder visualizar de manera ordenada la respuesta de cada municipio, se elaboró la Tabla 5.6.

De lo anterior, se contó con la respuesta de los 6 municipios, en donde solamente 1 presentó información que fue de utilidad para robustecer los datos de molestias por olor, al menos en el proyecto “Modernización Planta Bulnes 1”. Lo anterior se verá resumido en la Tabla 5.6.

Tabla 5.6: Respuestas Solicitud transparencia sobre denuncias en proyectos del grupo 1.

Nombre del Proyecto	Respuesta de las municipalidades
Plataforma de Economía Circular Volta Los Lagos	No cuentan con denuncias
Ampliación y Regularización Italo Cariola Sabaj	No cuentan con denuncias
Ampliación Centro Crucero	No cuentan con denuncias
Centro de Compostaje Villa Alemana	No cuentan con denuncias
Ecomaule: Plataforma de Reciclaje y Valorización	No cuenta con denuncias
Modernización Planta Bulnes 1	Cuentan con registro de denuncias

5.2 Resultado Objetivo 2: Sistematizar información respecto a proyectos de compostaje operativos en Chile previos al año 2017.

5.2.1 Definición y registro de proyectos pertenecientes al grupo 2.

Se recibió la base de datos entregada por el departamento de economía circular del MMA, la cual contaba con una base de datos de 37 plantas dedicadas a la revalorización y/o tratamiento de residuos. Estas están enlistadas en el Anexo 5. De las cuales sólo se contaba con la certeza de 6 plantas activas, con RCA favorable y/o Resolución Sanitaria vigente, de las cuales una se encuentra en el grupo 1 siendo esta Ecomaule y se descartó para evitar duplicidad de datos y otra fue eliminada por no pertenecer al rubro de plantas de compostaje o incorporar procesos atribuibles a una dentro de su funcionamiento, siendo esta Rilesur.

Para dar cumplimiento con lo solicitado en el punto 4.2.1, se realizó la Tabla 5.7 la cual deja en evidencia, la clasificación y caracterización inicial de los proyectos que representarán el grupo N° 2.

Tabla 5.7: Resultado del registro de Proyectos de Plantas de Compostaje del grupo 2.

N°	Nombre del proyecto	Titular	Región	Comuna	PGO	Tipo de instrumento (EIA / DIA / Resolución Sanitaria)	EIO
1	Planta de compostaje Armony	Reciclajes industriales SA.	Metropolitana	Pudahuel	NO	Resolución sanitaria	SI
2	Planta de Compostaje de Catemito	IDEA CORP	Metropolitana	San bernardo	NO	DIA	NO
3	Planta de Compostaje Agroorgánicos Mostazal Ltda.	Agroorgánicos Mostazal Ltda.	O'Higgins	Mostazal	NO	DIA	NO
4	Planta de Compostaje Agroorgánicos Mostazal II Ltda.	Agroorgánicos Mostazal Ltda.	O'Higgins	Chimbarongo	NO	DIA	NO

La tabla anterior presentó cuatro proyectos pertenecientes al grupo N.º 2, localizados en las regiones Metropolitana y de O'Higgins, todos sin Plan de Gestión de Olores (PGO). Tres de las plantas fueron evaluadas mediante Declaración de Impacto Ambiental (DIA) y una a través de Resolución Sanitaria, evidenciando la diversidad de instrumentos aplicados previo a la implementación de la Guía de Olores del SEIA. Solo una instalación incorporó un Estudio de Impacto Odorante (EIO), reflejando la limitada consideración de este componente en los procesos de evaluación ambiental anteriores a 2017.

5.2.2 Análisis técnico de proyectos seleccionados.

Los resultados de la presente actividad son presentados en la Tabla 5.8 con los requerimientos descritos en el apartado 4.2.2.

Tabla 5.8: Resultados Caracterización plantas de compostaje grupo 2.

N°	Nombre de la Planta	Clase (1, 2, 3 y 4)	Categoría (A, B y C)	Ton residuos / Día	Método de Compostaje	Tipo de infraestructura
1	Reciclajes industriales (Armony)	1,2,3 y 4	A	116,7	Pilas volteadas mecánicamente	Abierta
2	Planta de Compostaje de Catemito, IDEA CORP	1,2,3 y 4	A	150	Pilas volteadas mecánicamente	Abierta
3	Planta de Compostaje Agrorgánicos Mostazal Ltda.	1,2,3 y 4	A	180	Pilas volteadas mecánicamente	Abierta
4	Planta de Compostaje Agrorgánicos Mostazal II Ltda.	1,2 y 4	B	65,4	Pilas volteadas mecánicamente	Abierta

La Tabla 5.8 presentó los resultados de la caracterización técnica y operativa de las plantas de compostaje correspondientes al grupo N.º 2, aquí todas las instalaciones analizadas utilizaron el método de pilas volteadas mecánicamente y operaron bajo una infraestructura abierta, lo que refleja un bajo nivel de confinamiento y control de emisiones odorantes. En cuanto a la capacidad de tratamiento, las plantas se distribuyeron entre las categorías A y B, con rangos de recepción que oscilaron entre 65,4 y 180 toneladas diarias. La mayoría trató residuos de clases 1, 2, 3 y 4, evidenciando una amplia diversidad de materias primas y una gestión menos tecnificada en comparación con los proyectos del grupo 1.

A continuación, se presenta una serie de gráficos (Figura 5.6, Figura 5.7, Figura 5.8 y Figura 5.9) que permiten visualizar las proporciones de las características presentadas en la Tabla 5.8.

En la Figura 5.6 se presenta la cantidad de plantas que tratan residuos clasificados según el artículo 6 del Reglamento sobre Manejo Sanitario de Instalaciones de Valorización de Residuos Orgánicos (MINSAL, 2025). Del total analizado, tres de las cuatro plantas procesan residuos pertenecientes a las clases 1, 2, 3 y 4, mientras que una planta trabaja únicamente con residuos de clases 1, 2 y 4, sin incorporar los correspondientes a la clase 3. Esta distribución indica que la mayoría de las instalaciones del grupo 2 maneja residuos orgánicos de distinta procedencia

y nivel de complejidad, lo que implica condiciones operativas variables en términos de biodegradabilidad, contenido de humedad y carga orgánica.

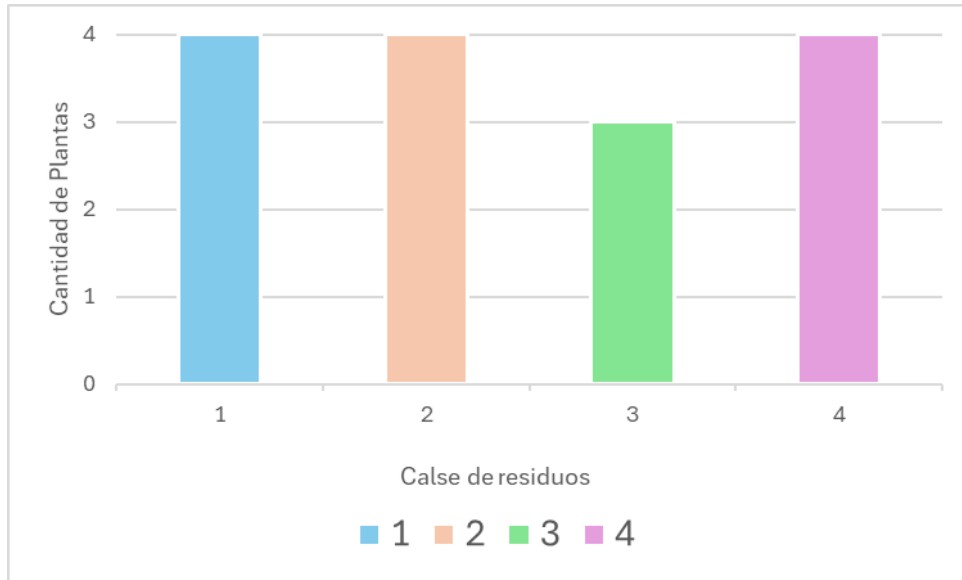


Figura 5.6: Gráfico de clases de residuos en instalación de plantas de compostaje grupo 2.

En la Figura 5.7 se observa que el 75 % de las plantas del grupo corresponde a categoría A (3 de 4 plantas), con una capacidad superior a 30 toneladas diarias, mientras que el 25 % (1 de 4) pertenece a categoría B, con capacidad entre 10 y 30 toneladas diarias.

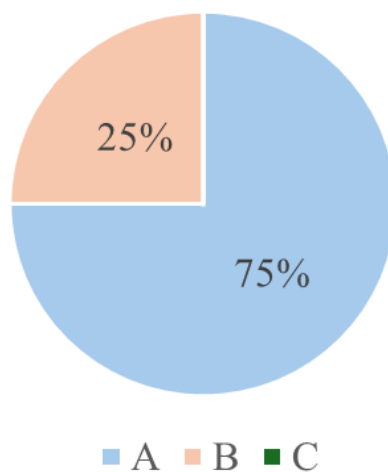


Figura 5.7: Gráfico de proporciones de las categorías de instalación en plantas de compostaje grupo 2.

La Figura 5.8 muestra que el 100 % de las plantas del grupo 2 utiliza el método de pilas volteadas mecánicamente. Este sistema consiste en la disposición de pilas alargadas que se airean mediante volteos periódicos realizados con maquinaria, lo cual permite mantener condiciones aeróbicas y homogeneizar la temperatura del material. El uso exclusivo de esta tecnología indica una uniformidad en el enfoque operacional del grupo, basado en un proceso de compostaje aeróbico tradicional que depende de la frecuencia de volteo, el control de humedad y la estabilidad térmica para asegurar una descomposición adecuada.

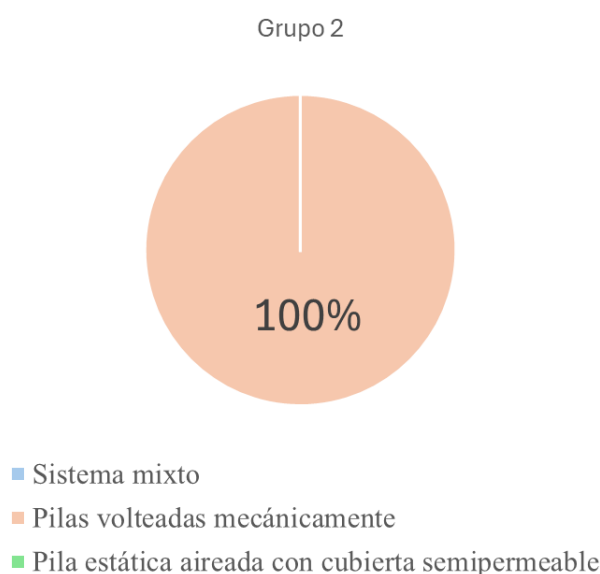


Figura 5.8: Gráfico de proporciones de tecnologías en plantas de compostaje grupo 2.

De acuerdo con la Figura 5.9, el 100 % de las plantas opera con infraestructura abierta, es decir, pilas dispuestas a cielo abierto. Este tipo de instalación permite un manejo sencillo de los residuos y facilita el acceso de maquinaria para el volteo. Según la clasificación del MINSAL (2025), las instalaciones abiertas se recomiendan para residuos de bajo riesgo sanitario o cuando se cuenta con un control adecuado del drenaje y la distancia a receptores sensibles, condiciones que deben verificarse en cada proyecto en función de su Resolución de Calificación Ambiental (RCA) o autorización sanitaria correspondiente.

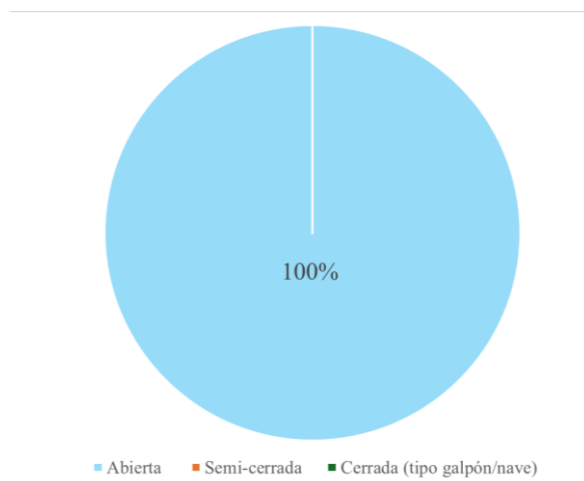


Figura 5.9: Gráfico de proporciones de infraestructura en plantas de compostaje grupo 2.

Respecto a los TEO y ranking en el caso del Grupo 2, la planta que presenta información corresponde a Armony, por lo que se realizó un análisis específico para identificar las etapas del proceso de compostaje asociadas a las mayores emisiones. Los valores detallados se incluyen en Anexo 1, mientras que a continuación se sintetizan los principales hallazgos.

En Armony, la operación con mayor emisión correspondió al volteo de pilas altas, alcanzando 46.196,18 ouE/s, lo que constituye una de las más elevadas del conjunto total de instalaciones evaluadas. Esta operación implica un manejo activo y directo de material en intensa degradación, lo que explica su elevada contribución al potencial odorante.

Otras fuentes con emisiones relevantes fueron las pilas altas en piscinas (19.964,92 ouE/s), la descarga de lodos (16.398,95 ouE/s) y el volteo de pilas bajas (10.773,93 ouE/s). Todas estas unidades están vinculadas al compostaje activo o a operaciones mecánicas que perturban la estructura del material en proceso, lo que favorece la liberación de compuestos odorantes acumulados en su interior.

En contraste, las unidades asociadas a pilas en reposo, maduración, estanques de agua o instalaciones complementarias presentaron emisiones considerablemente menores, evidenciando una disminución del potencial odorante en las fases finales del proceso y en las operaciones que no involucran manipulación intensiva del material.

Los resultados del Grupo 2 muestran que la etapa de compostaje activo y las operaciones dinámicas de manejo del material constituyen las principales fuentes de emisión dentro de Armony. Este patrón coincide con lo observado en las plantas del Grupo 1, donde las mayores emisiones también se concentraron en unidades activas o sometidas a perturbación mecánica, lo que refuerza la consistencia del comportamiento odorante entre ambos grupos y aporta un insumo clave para el análisis integrado abordado en los apartados siguientes.

5.2.3 Identificación de proyectos de plantas de compostaje del grupo 2 en el SNIFA.

Dentro de la plataforma de la SNIFA se encontraron los siguientes resultados para las 4 plantas del grupo 2, destacando el hallazgo de que la mayoría presentó denuncias por olor. Esto será reflejado en la Tabla 5.9.

Tabla 5.9: Datos resultantes del ingreso de los proyectos clasificados en el SNIFA.

Nombre del proyecto	Existencia de denuncias	Existencia de sanciones
Reciclajes industriales (Armony)	SI	NO
Planta de Compostaje de Catemito, IDEA CORP	NO	NO
Planta de Compostaje Agrorgánicos Mostazal Ltda.	SI	NO
Planta de Compostaje Agrorgánicos Mostazal II Ltda.	SI	NO

Armony presenta al menos una denuncia por olores molestos registrada el 18 de enero del año 2021 donde la persona no describe el olor ni un horario punta de este.

En el caso de la Planta de Compostaje Catemito no presenta en la plataforma de la SNIFA denuncias por olor, aunque si problemas en su proceso, específicamente acumulación de lixiviados y no presenta sanciones, aunque si un proceso sancionatorio.

La planta de compostaje Agrorgánicos Mostazal 1 si presentó denuncias por olor, tanto particulares ciudadanas, como sectoriales, en ninguna se habla de las características del olor, pero sí de su afectación a la salud, calidad de vida y en aspectos económicos. Se destaca que dentro de las denuncias se mencionan problemas operacionales relacionados a la acumulación de lixiviados y manejo de equipos. En cuanto a materia de sanciones no cuenta con ellas o no se evidencian en la plataforma, pero si ha sido sometido a procesos sancionatorios.

Al menos se cuentan con 3 denuncias que aluden directamente a conflicto por olores molestos, dos de estas denuncias vienen de la Municipalidad de Chimbarongo y una de ellas de un particular. Identifican el escurrimiento de percolados como fuente de malos olores tanto en la misma planta, como en el mismo proceso.

5.2.4 Solicitud de antecedentes sobre molestias por olor en plantas de compostaje del grupo 2.

Se generó una solicitud de transparencia en el “Portal transparencia” hacia las municipalidades de las comunas donde están situadas las 4 plantas de compostaje del grupo 2. Los resultados de lo anterior están descritos en la Tabla 5.10.

Tabla 5.10: Respuestas de transparencia grupo 2.

Nombre del Proyecto	Respuesta de las municipalidades
Reciclajes industriales (Armony)	Cuentan con registro de denuncias.
Planta de Compostaje de Catemito, IDEA CORP	Cuentan con registro de denuncias.
Planta de Compostaje Agrorgánicos Mostazal Ltda.	Cuentan con registro de denuncias.
Planta de Compostaje Agrorgánicos Mostazal II Ltda.	No cuentan con denuncias

En contraste con los resultados de denuncias obtenidos en el “Portal Transparencia” correspondientes al grupo 1, en el grupo 2 se observa que 3 de 4 plantas presentan denuncias en los respectivos municipios.

5.3 Resultado Objetivo 3: Comparar puntos pertinentes de la guía e instructivo con la información recopilada de las plantas de compostaje de ambos grupos.

5.3.1 Elaboración de una matriz comparativa de exigencias y orientaciones técnicas entre la Guía de Evaluación de Olores del SEIA y los EIO del grupo 1 y 2.

Se desarrolló una matriz que integra y compara, tanto la Guía de Evaluación de Olores del SEIA con los estudios de impacto odorantes del grupo 1 y grupo 2 respectivamente. Además, en aquellos casos que se contó con información, la matriz consideró los datos referentes al contexto en que se realiza el muestreo de olores. Dichos resultados se encuentran contenidos en el Anexo 6 y el resumen de hallazgos y observaciones se presenta en la Tabla 5.11.

Tabla 5.11: Resumen de hallazgos encontrados en el análisis de datos recabados de los EIO en grupos 1 y 2.

Nombre del proyecto	Aspecto	Hallazgos y observaciones
Ampliación Centro Crucero	Factor/emisión de referencia	Se extraen datos de referencia en la fase de maduración del proyecto de planta de compostaje en Bulnes 1 usando como factor el correspondiente a la pila de cortezas.
	Datos referentes a la muestra	No se indica contexto de la toma de muestra (descripción de cuando se realiza y de las operaciones realizadas en pila previo a muestreo).
	Factor/emisión de referencia	La emisión de referencia se informa, pero no se justifica.
Ampliación y Regularización Italo Cariola Sabaj	Datos referentes a la muestra	No se indica contexto de la toma de muestra (descripción de cuando se realiza y de las operaciones realizadas en pila previo a muestreo).
	Datos referentes a la muestra	No se indica que materia orgánica que se está tratando en el momento del muestreo.
	Datos referentes a la muestra	No se caracteriza olor según guía.
Plataforma de Economía Circular Volta Los Lagos	Factor/emisión de referencia	Los datos de emisiones de referencia de este proyecto son obtenidos de Ecomaule, sin embargo, no coinciden los datos presentados en la DIA de Ecomaule con los presentados en volta los lagos.
	Datos referentes a la muestra	No se indica contexto de la toma de muestra (descripción de cuando se realiza y de las operaciones realizadas en pila previo a muestreo).
	Datos referentes a la muestra	No se caracteriza según guía.
Centro de Compostaje Villa Alemana	Factor/emisión de referencia	Se utilizan factores de emisión propios de la "Guía de Emisiones para Holanda", según lo declarado son los valores más conservadores, pero no presenta argumentos de similitud con el proceso de la planta más allá de que los factores son para plantas de compostaje y los procesos mencionados.
	Datos referentes a fuente	No se indica que materia orgánica que se está tratando en el momento del muestreo.
Ecomaule: Plataforma de Reciclaje y Valorización	Factor/emisión de referencia	Dado que el EIO es para el proyecto en operación y futuro, deberían usar tanto olfatometría como factores de emisión.
	Datos referentes a muestra	No se indica que materia orgánica que se está tratando en el momento del muestreo.
	Datos referentes a muestra	No se indica contexto de la toma de muestra (descripción de cuando se realiza y de las operaciones realizadas en pila previo a muestreo).
	Datos referentes a muestra	No caracteriza la muestra según Guía.
Modernización Planta Bulnes 1	Factor/emisión de referencia	Al no poder caracterizar la materia orgánica que ingresa, se considera como emisión de referencia un vertedero en condiciones estables, declarándolo como una "peor condición".
	Datos referentes a muestra	No se indica que materia orgánica que se está tratando en el momento del muestreo.

Nombre del proyecto	Aspecto	Hallazgos y observaciones
	Datos referentes a muestra	No se indica contexto de la toma de muestra (descripción de cuando se realiza y de las operaciones realizadas en pila previo a muestreo).
Reciclajes industriales (Armony)	Datos referentes a la inmisión	Hay dos receptores en los cuales se sobrepasa la normativa de referencia.
	Datos referentes a la inmisión	Solo se modela en el periodo de invierno. Se declara que la dirección del viento afecta a los dos receptores mencionados.
	Datos referentes a la muestra	La toma de muestras sólo fue realizada por dos personas.

Dentro de las plantas estudiadas que poseen EIO, tanto del grupo 1 y como del grupo 2, se evidenció que considerando los datos aplicables para cada situación de las plantas y aquellos puntos que influyen directa o indirectamente en una emisión de olor, que del total de aspectos (que es la suma de todos los aspectos individuales aplicables de cada planta) se cumplió a cabalidad con un 74,4%. El análisis individual de las plantas resultó como se expresa a continuación:

- Ampliación Centro Crucero cumplió con un 83% del total de aspectos pertinentes para el proyecto.
- Ampliación y Regularización Italo Cariola Sabaj cumplió con un 75% el total de aspectos pertinentes para el proyecto.
- Plataforma de Economía Circular Volta Los Lagos cumplió con un 75% el total de aspectos pertinentes para el proyecto.
- Centro de Compostaje Villa Alemana cumplió con un 80% el total de aspectos pertinentes para el proyecto.
- Ecomaule: Plataforma de Reciclaje y Valorización cumplió con un 75% el total de aspectos pertinentes para el proyecto.
- Modernización Planta Bulnes 1 cumplió con un 66,7% con 1 aspecto que cumple criterios mínimos el cual no es considerado dentro del porcentaje de cumplimiento, debido que sólo se está considerando los aspectos que se cumplen en su totalidad
- Reciclajes industriales (Armony) cumplió con un 66,7% el total de aspectos pertinentes para el proyecto.

Cabe destacar que el informe de olores de Armony data del año 2015 lo cual es antes de la publicación oficial de la Guía, por ende, el hecho de no realizar modelación como indica la Guía (modelar en 1 año) es entendible acorde al contexto de conflictos por olor y la necesidad de levantamiento de información de ese preciso instante.

De hecho, en el caso de Armony, dentro de las conclusiones del EIO elaborado el 2015, se establece que se sobrepasa la normativa de referencia en la inmisión para dos receptores, lo

cual concuerda con las denuncias recibidas, siendo en parte recibidas justamente por el aeropuerto Arturo Merino Benítez, que obtuvo una concentración de 4,72 uo/m³ y el receptor ubicado al Nor-Noroeste de la Planta, quien obtuvo una concentración de 3,63 uo/m³.

En cuanto a la información que sugiere la guía para que esté incorporada en los estudios de impacto odorantes, no se suele caracterizar el olor en los casos de plantas en ejecución.

Referente a los apartados de muestreo, 5 de las 7 plantas en cuestión no menciona la materia orgánica con la que se realizó el estudio de impacto odorantes, ya sea en el muestreo *in situ* o en las referencias utilizadas de otros proyectos en los casos de plantas en categoría de “inexistentes” según la guía, incluso, Volta los Lagos no detalla la fecha en que dicho muestreo se realizó, destacando que el 57,1% de los hallazgos (12 de los 21) pertenecen a “Datos referentes a muestra”.

En el mismo caso de aquellos proyectos en calidad de “inexistentes” y que utilizaron factores de emisión o emisiones de referencia dependiendo del caso, si bien no se detalla el origen de la materia orgánica, si se suele mencionar alguna justificación de la elección de dicho dato, aunque en el caso de Centro Crucero se utilice un factor de pila de cortezas para una pila madura, el Centro de compostaje Villa Alemana usa un factor genérico para plantas de compostaje y en el caso de Bulnes 1 se considere un vertedero estable en su proceso, como peor condición y con ellos se extraigan los datos de emisiones de referencia.

Se destaca que del total de hallazgos encontrados el 28,57% son referentes a “Factores/emisiones de referencia” en materia de olores, lo que significa que entre este punto y el de “Datos referentes a muestra” representan el 85,67% de todos los problemas y/o inconsistencias detectadas.

5.3.2 Elaboración de una matriz comparativa de exigencias y orientaciones según el Instructivo para la Elaboración de un Plan de Gestión de Olores (PGO).

Se generó una matriz comparativa entre el Instructivo para la Elaboración de un PGO y los planes de gestión de olores de las plantas del grupo 1 y/o 2 que cuentan con dicha información. Como se muestra en la Tabla 5.12.

Tabla 5.12: Resultados matriz comparativa del Instructivo para la elaboración de un plan en gestión de olores con los PGO hallados.

		Cumplimiento: Cumple (C); Cumple parcialmente (P); No cumple (NC); No aplica (NA)				
Etapa PGO	Punto clave según instructivo MMA (2020)	Plataforma de Economía Circular Volta Los Lagos	Ampliación Centro Crucero	Ecomaule: Plataforma de Reciclaje y Valorización	Modernización Planta Bulnes 1	Observaciones
Diagnóstico inicial	Identificación general del establecimiento (ubicación, proceso, capacidad, diagrama de flujo).	C	C*	C	C*	*Si bien centro cruceros y Bulnes 1 no cuentan de manera explícita con la información dentro de los PGO, estos indican que dicha información está en los EIO.
Diagnóstico inicial	Identificación y caracterización de fuentes emisoras (tabla descriptiva de fuentes y ubicación de estas)	C	p	C	NC	Centro cruceros: Tabla con tasas y áreas, pero sin ubicación ni detalles operacionales. Bulnes 1: Carece totalmente de tabla o caracterización cuantitativa/geográfica de fuentes.
Diagnóstico inicial	Caracterización del olor: calidad, intensidad, tono hedónico, concentración (ouE/m ³).	P	P	P	P	Volta los lagos: No presenta información sobre la intensidad y el tono hedónico. Centro crucero: Solo se reportó concentración en u.o./m ³ ; no se incluyeron indicadores sensoriales. Ecomaule: Se presenta concentración

						y tasa (ouE/s), sin tono hedónico. Bulnes 1: Menciona solo calidad.
Diagnóstico inicial	Descripción del entorno de instalación (mapa con receptores y tabla con identificación de receptores)	C	NC	C	NC	Centro crucero: No presenta información sobre el entorno ni receptores; solo se menciona comunicación general con la Municipalidad, sin datos técnicos ni geográficos. Bulnes 1: El documento no incluye descripción del entorno, identificación de receptores ni distancias; solo alude a “receptores” de manera genérica en la modelación.
Diagnóstico inicial	Estimación del alcance odorante mediante modelación, olfatometría o métodos de campo.	C	P	C	NC	Centro crucero: Reconoce modelación, pero no presenta resultados ni parámetros técnicos. Bulnes 1: No incluye modelación, mapas ni estimaciones directas del alcance odorante.
Medidas a implementar	Plan de trabajo con objetivos, indicadores, plazos, responsables y compromisos.	C	NC	P	NC	Centro crucero: No se presenta un plan formal; las medidas se describen sin indicadores, plazos ni responsables definidos. La asignación de compromisos es genérica. Ecomaule: El plan define objetivos generales y específicos,

						pero carece de indicadores, cronograma y responsables designados; las medidas se presentan de forma narrativa sin matriz de seguimiento ni compromisos formales. Bulnes 1: No existe estructura formal de planificación ni indicadores de control; las medidas se describen sin asignación de responsables ni tiempos definidos
Medidas a implementar	Medidas preventivas en la recepción y manejo de materia prima (control temperatura, humedad, rotación).	C	C	C	P	Centro crucero: Medidas generales sin control cuantitativo de temperatura o humedad ni tiempos definidos de permanencia.
Medidas a implementar	Medidas de control de emisiones (reducción de evaporación, barreras físicas, control de pH).	C	P	C	NC	Centro Crucero: Presenta barreras físicas (galpón, cobertores, biofiltro), pero sin control de pH ni prácticas de reducción de evaporación. Bulnes 1: No se detallan medidas de abatimiento o control; solo menciones generales a aireación y reparación de cobertores en caso de daños.
Medidas a implementar	Medidas de contención o encapsulamiento (cubiertas GORE, galpones, cierre de puertas y fugas).	C	C	C	C	Sin observaciones
Medidas a implementar	Tratamiento de fin de línea (biofiltros, scrubbers, lavadores químicos, carbón activado).	C	P	C	NA	Centro crucero: Se dispone de biofiltro con eficiencia declarada del 90 %, pero sin especificaciones técnicas, mantención o validación de

						eficiencia mediante monitoreo.
Medidas a implementar	Comunicación con la comunidad y canal de quejas formal implementado.	C	NC	C	NC	<p>Centro crucero: No se presenta canal formal ni procedimiento de gestión de reclamos; se menciona comunicación con autoridades, pero no con la comunidad ni mecanismos de respuesta o trazabilidad.</p> <p>Bulnes 1: No incluye canal de comunicación, responsable, ni procedimientos de gestión de reclamos o denuncias.</p>
Seguimiento y control	Programa de seguimiento con indicadores de cumplimiento y puntos de control definidos.	C	NC	C	NC	<p>Centro crucero: No presenta indicadores ni puntos de control; seguimiento declarado sin estructura ni trazabilidad.</p> <p>Bulnes 1: No existen indicadores ni metodología de control definida; seguimiento descrito de forma general.</p>
Seguimiento y control	Monitoreo interno de fuentes y tecnologías, verificación de BPO y planes de mantenimiento.	C	P	C	NC	<p>Centro crucero: El PGO menciona revisión de cobertores y blowers, pero sin frecuencia, responsables ni registros; no existen planes de mantenimiento ni protocolos de verificación de eficiencia de tecnologías.</p> <p>Bulnes 1: El documento no presenta programa de monitoreo interno, ni plan de mantenimiento preventiva; no define responsables ni indicadores de eficiencia tecnológica.</p>

<p>Seguimiento y control</p>	<p>Monitoreo externo en receptores: encuestas, registros de quejas, mediciones ambientales.</p>	<p>C</p>	<p>NC</p>	<p>C</p>	<p>NC</p>	<p><u>Centro crucero:</u> El plan no considera monitoreo ni mediciones externas; no hay registro de reclamos, encuestas o seguimiento ambiental en comunidades receptoras. <u>Bulnes 1:</u> No presenta metodología ni evidencia de monitoreo ambiental o social externo; seguimiento limitado al interior de la planta.</p>
<p>Seguimiento y control</p>	<p>Registro documentado de controles y resultados, con frecuencia definida según riesgo.</p>	<p>C</p>	<p>P</p>	<p>C</p>	<p>NC</p>	<p><u>Centro crucero:</u> Se menciona la necesidad de registrar medidas y resultados, pero sin definir formatos, frecuencia ni responsables; no hay trazabilidad ni vinculación con nivel de riesgo. <u>Bulnes 1:</u> No existe evidencia de registros formales ni de frecuencia asociada al riesgo; ausencia total de trazabilidad documental o procedimientos de registro.</p>
<p>Seguimiento y control</p>	<p>Capacitación del personal y designación de responsables del control.</p>	<p>C</p>	<p>NC</p>	<p>C</p>	<p>NC</p>	<p><u>Centro crucero:</u> No se presenta programa de capacitación ni designación de responsables; el documento alude genéricamente al cumplimiento por parte de todo el personal sin roles definido. <u>Bulnes 1:</u> El PGO no aborda la formación ni la designación de encargados del control odorante; no se identifica personal capacitado ni roles definidos.</p>

<p>Programa de contingencia</p>	<p>Identificación del origen y tipo de contingencia (falla operativa, evento externo, corte eléctrico).</p>	<p>C</p>	<p>P</p>	<p>C</p>	<p>NC</p>	<p><u>Centro crucero:</u> Se identifican contingencias comunes (corte eléctrico, falla de blowers, rotura de cobertores) y acciones inmediatas, pero sin responsables, tiempos de respuesta ni evaluación de severidad. <u>Bulnes 1:</u> El PGO no presenta listado ni análisis de contingencias odorantes; no incluye medidas preventivas o correctivas específicas ante fallas o cortes de energía.</p>
<p>Programa de contingencia</p>	<p>Acciones inmediatas ante incidentes, comunicación con autoridades y comunidad.</p>	<p>C</p>	<p>P</p>	<p>C</p>	<p>NC</p>	<p><u>Centro crucero:</u> Se definen medidas operativas ante fallas o cortes eléctricos y comunicación con autoridades, pero sin protocolo de aviso, responsables ni comunicación formal con la comunidad. <u>Bulnes 1:</u> El plan no presenta acciones inmediatas ni canales de comunicación con autoridades o comunidad; no existen protocolos de respuesta ante contingencias odorantes.</p>
<p>Programa de contingencia</p>	<p>Registro, evaluación posterior y medidas preventivas futuras.</p>	<p>C</p>	<p>P</p>	<p>C</p>	<p>NC</p>	<p><u>Centro crucero:</u> Registro, evaluación posterior y medidas preventivas futuras. <u>Bulnes 1:</u> No contempla registro ni análisis post-evento; no existen mecanismos de evaluación ni medidas de mejora posteriores a contingencias odorantes.</p>

<p>Revisión y mejora del PGO</p>	<p>Evaluación anual de efectividad, revisión de monitoreos y actualización del plan.</p>	<p>C</p>	<p>P</p>	<p>C</p>	<p>NC</p>	<p>Centro crucero: Menciona la revisión periódica del plan, pero sin definir frecuencia, metodología ni criterios de evaluación de efectividad; carece de indicadores y responsables de actualización.</p> <p>Bulnes 1: No contempla revisión anual ni actualización del PGO; no se mencionan responsables ni metodología de evaluación de la efectividad de las medidas implementadas.</p>
-----------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------	----------	----------	----------	-----------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Hay información dentro de los parámetros descritos en la matriz de los hallazgos del PGO, que no están dentro del Plan gestión de olores, pero estos datos se pueden encontrar de manera disgregada en otros documentos como el EIO.

El contraste de los PGO frente al Instructivo MMA (2020) mostró que hubo un único punto clave que ninguna planta cumplió plenamente: la caracterización sensorial del olor (intensidad y tono hedónico); en los cuatro casos solo se reportaron valores odorimétricos (ouE/m^3) sin componente perceptual. En cambio, dos puntos fueron cumplidos por todas las plantas: (i) la identificación general del establecimiento (ubicación, proceso y capacidad, aunque en Centro Crucero y Bulnes 1 parte del detalle quedó remitido al EIO) y (ii) las medidas de contención o encapsulamiento (galpones/cubiertas y cierres).

Estos resultados reflejan que las plantas evaluadas priorizan el cumplimiento de los aspectos estructurales y de infraestructura asociados al control físico de emisiones odorantes, mientras que los elementos metodológicos y sensoriales continúan siendo los menos desarrollados dentro de la gestión odorante. Esta tendencia evidencia la necesidad de fortalecer la aplicación del enfoque perceptual y de trazabilidad operativa en los PGO, con el fin de asegurar una evaluación más integral y efectiva de los impactos por olor en instalaciones de compostaje.

5.3.3 Identificación de brechas entre los PGO y el Instructivo para la Elaboración de un Plan de Gestión de Olores.

El contraste entre los PGO y el Instructivo del MMA permitió evidenciar diferencias notorias en la profundidad técnica y el grado de cumplimiento de las medidas exigidas. En general, los planes revisados cumplieron parcialmente con las etapas operativas del

instructivo, pero presentaron debilidades en los programas de seguimiento, la trazabilidad de registros y la participación comunitaria. Lo anterior será descrito en la Tabla 5.13.

Tabla 5.13: Brechas encontradas en los PGO.

Proyecto	Principales brechas del PGO respecto al Instructivo MMA (2020)
Volta los lagos	El PGO alcanza un 95 % de cumplimiento respecto al Instructivo MMA (2020), demostrando una estructura sólida de diagnóstico, modelación y medidas de control odorante. Cumple con la identificación de receptores, las medidas preventivas y la gestión de contingencias. Su única brecha técnica corresponde a la caracterización del olor, donde no se incluyen parámetros sensoriales de intensidad ni tono hedónico, lo que limita parcialmente la evaluación perceptual del impacto odorante. En términos generales, constituye un plan completo y funcional.
Centro crucero	El plan presenta un 25 % de cumplimiento, evidenciando deficiencias estructurales significativas. Las medidas carecen de indicadores, plazos y responsables, y no se incluyen canales de comunicación, registros operativos ni monitoreos externos. Si bien identifica contingencias odorantes y dispone de un biofiltro, no define procedimientos de evaluación de severidad, tiempos de respuesta ni protocolos de comunicación. La dependencia del EIO como fuente de información técnica refleja baja trazabilidad y limitada capacidad de control y revisión, lo que reduce considerablemente su efectividad.
Ecomaule	El PGO alcanza un 90 % de cumplimiento, destacando por su estructura robusta y sistemática de gestión odorante, que incluye monitoreos internos y externos, revisión anual, registro documentado y canales formales de comunicación comunitaria (Mesa Intersectorial y canal WhatsApp). Las principales brechas detectadas se relacionan con la falta de indicadores cuantitativos de desempeño, la ausencia de cronogramas detallados y la no estandarización de formatos de registro. Aun así, el plan representa un modelo de referencia nacional por su nivel de desarrollo e integración técnica.
Bulnes 1	El PGO registra un 10 % de cumplimiento, siendo el de menor desarrollo técnico entre los proyectos evaluados. No cuenta con diagnóstico territorial, caracterización de fuentes, planificación, registros ni sistemas de monitoreo. Tampoco considera comunicación con la comunidad, capacitación del personal ni revisión anual. Las acciones se describen de forma genérica y sin

	respaldo documental, lo que refleja una gestión odorante deficiente y sin trazabilidad operativa, incumpliendo los lineamientos esenciales del Instructivo MMA (2020).
--	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

El análisis comparativo de los Planes de Gestión de Olores (PGO) frente al Instructivo del Ministerio del Medio Ambiente (2020) permitió identificar diferencias significativas en el grado de cumplimiento entre las plantas evaluadas. Los resultados mostraron que Volta Los Lagos y Ecomaule alcanzaron los mayores niveles de conformidad, con 95 % y 90 % de cumplimiento, respectivamente. Ambas plantas evidenciaron una estructura técnica consolidada, con medidas de control, monitoreo y gestión comunitaria formalizadas, reflejando una gestión más madura y coherente con los lineamientos del instructivo.

Por el contrario, los PGO correspondientes a Centro Crucero y Bulnes 1 presentaron niveles de cumplimiento significativamente bajos, con 25 % y 10 %, respectivamente. Estas deficiencias estuvieron asociadas principalmente a la falta de planificación operativa, ausencia de registros, limitada trazabilidad y carencia de mecanismos de comunicación con la comunidad o revisión anual del plan. Asimismo, ambas plantas fueron las únicas del grupo 1 que presentaron denuncias ciudadanas por olores, registradas en el SNIFA y a través de plataformas de transparencia municipal, lo que sugiere una posible relación entre la gestión odorante deficiente y la aparición de conflictos socioambientales.

En el caso de las plantas pertenecientes al grupo 2, se constató la ausencia total de un Plan de Gestión de Olores, condición con la existencia de denuncias por olor en Armony, Catemito y Mostazal 1. Lo anterior indica que la inexistencia de un PGO llega a ser causa directa de denuncias, su ausencia puede ser considerada como un indicador de vulnerabilidad institucional y técnica frente a la gestión de impactos odorantes.

En síntesis, los resultados evidenciaron que solo una parte de las plantas de compostaje evaluadas contaba con planes de gestión desarrollados conforme a los lineamientos del Instructivo MMA (2020), mientras que la mayoría presentó vacíos metodológicos o la inexistencia de dichos instrumentos. Esta situación limita la capacidad de prevención y control de emisiones odorantes y refuerza la necesidad de fortalecer la aplicación del Instructivo mediante la incorporación de criterios de trazabilidad, monitoreo y participación comunitaria.

5.4 Resultado Objetivo Específico 4: Formular propuestas de mejora a las brechas encontradas que fortalezcan la Guía y el Instructivo, enfocada en plantas de compostaje.

5.4.1 Propuesta de mejoras a las brechas encontradas entre la Guía de Predicción y Evaluación de Impactos por Olor y los EIO.

Propuesta de plantas tipo

De acuerdo con el título 3.1.1 de la Guía para la Predicción y Evaluación de Impactos por Olor que indica el criterio para la elección de emisiones de referencia, se menciona que dichas emisiones deben ser extraídas de proyectos en ejecución que sean similares al proyecto que se somete a evaluación.

Según lo que denota el apartado 5.3.1 del presente trabajo, se cumplió con el 74,4% de los aspectos relevantes en la elaboración de un EIO en los grupos de estudio que presentaron la documentación correspondiente. Pese a este alto porcentaje de cumplimiento se encontraron brechas respecto a los factores/emisiones de referencia, siendo este punto el 28,57% de los hallazgos y/o brechas encontradas.

Algunos ejemplos de dichas brechas, es el hecho de que se utilizaron emisiones o valores de referencia de vertederos como en el caso de Bulnes 1 o considerando emisiones de etapas como la de maduración idénticas a la de pilas de material estructurante como es el caso de Centro Crucero o incluso que solo se informó de donde se extrae la información, pero no se justificó como indica la guía.

Por ello se propone la utilización complementaria de algunas plantas tipo de compostaje, acorde a lo visto en el escenario actual en Chile dentro del rubro mencionado, lo cual responde a la necesidad de encontrar valores o emisiones de referencia para los proyectos sometidos a evaluación o como indica la guía, aquellos proyectos denominados como “inexistentes”.

Las plantas tipo son las que puedan abarcar en gran medida las plantas, tanto del grupo 1, como del grupo 2, las cuales representan en gran medida el escenario actual de las plantas de compostaje nacionales.

La construcción de dichas plantas tipo se realizó mediante la utilización de los datos obtenidos en el apartado

Tabla 5.14: Plantas tipo de compostaje

Planta Tipo	Infraestructura Recepción	Método de compostaje	Infraestructura en compostaje activo	Clase de residuo tratado	Ejemplos de plantas de compostaje similares
1	Abierto	Pilas volteadas mecánicamente	Abierto	1,2,3 y 4	Italo Cariola Sabaj, Compostaje Villa alemana, Armony, Catemito Mostazal 1, Mostazal 2
2	Abierto	Pila estática con aireación forzada (negativa)	Cerrada	1, 2 y 4	Ecomaule

3	Cerrado	Pila estática aireada con cubierta semipermeable	Semi-cerrada	1, 2, 3 y 4	Centro Crucero, Volta los lagos y Bulnes 1
---	---------	--------------------------------------------------	--------------	-------------	--------------------------------------------

Cabe destacar que no se consideraron datos respecto a la etapa de maduración/curado debido a que, tanto en las DIA como en los EIO de cada planta, se menciona o da a entender que en la etapa de curado se realiza al aire libre. Por lo tanto, se asume en la tabla anterior que todas las plantas coinciden en este punto, por ende, en términos de la aplicabilidad de las plantas tipo propuestas se debe asumir dicho escenario

La propuesta de valores y/o emisiones de referencia por fuente emisora de olor para la planta tipo 1 es la siguiente:

- Recepción y pretratamiento: 0,828 UO/m²s en el caso de recibir residuos de clase 1, 2, 3 y 4 con una tendencia a los de clase 2, extraído de la planta de compostaje Ítalo Cariola Sabaj. En el caso de que la recepción sea con altos contenidos de lodos grasos de origen animal y vegetal (clase 4), sin descartar las clases 1, 2 y 3, es recomendable el uso de 16,18 UO/m²s, según el ejemplo declarado por Armony.
- Pila en compostaje activo: 1,6 UO/m²s según datos extraídos de olfatometría dinámica en Ítalo Cariola Sabaj (2019), considerando residuos clase 1, 2, 3 y 4 y en el caso de realizar un análisis que considera volteo y pilas con alto contenido de lodos de origen animal 13,48 UO/m²s como específica Armony en su EIO.
- Maduración: 0,09 UO/m²s considerando lo declarado por Ítalo Cariola Sabaj, justificado en que es la peor condición dentro de los datos encontrados en su respectivo EIO.
- Piscinas de lixiviados: Idéntico a los casos anteriores, plantas con residuos que se puedan asemejar más a Ítalo Cariola Sabaj pueden utilizar como valor de referencia 1,21 UO/m²s y 1,24 UO/m²s como específica Armony en su EIO.

Los valores se extrajeron de los datos más desfavorables en cada caso y se consideró más de una emisión de referencia debido a que entre plantas con procesos similares existen diferencias en la materia orgánica tratada. Por otra parte, se descartaron aquellas emisiones de referencia que hayan sido descritas en las brechas y/o hallazgos encontrados para los EIO.

Se proponen los siguientes factores de emisión en el caso de plantas de compostaje asimilables a las del tipo 2:

- Recepción y/o pretratamiento: 0,828 UO/m²s, extraído de los datos presentados en el EIO de la planta de compostaje Italo Cariola Sabaj. Aplicable a plantas que reciben materia orgánica que sea principalmente de clase 2, como es el caso de lo expresado por Ecomaule, pero también aplicable a plantas que reciben variadas clases de residuos.

- Galpón de compostaje (compostaje en fase activa): 14,7 UO/m²s según lo expuesto por Ecomaule, valor previo a aplicar medidas de mitigación de olor.
- Cancha de maduración: 1,21 UO/m²s utilizando de valor de referencia a la planta Italo Cariola Sabaj.
- Biofiltro: Diferente a una emisión de referencia se debe considerar que la emisión que sale por el biofiltro depende de la eficiencia de este, que está entre 85 y 95% de eficiencia según lo declarado en los EIO de las plantas que cuenta con dicha tecnología. Ejemplo de ello es Centro crucero con un biofiltro de 90% de eficiencia y Volta los Lagos con un 95%.

La propuesta de valores y/o emisiones de referencia por fuente emisora de olor para la planta tipo 3 es la siguiente:

- Galpón de recepción: Se utiliza lo declarado por Ecomaule en su línea de recepción para digestato, cuyo valor es de 3,8 UO/m²s, considera pretratamiento como triturado de material estructurante y mezcla con lodos.
- Trincheras de compostaje: 1,7 UO/m²s extraído del valor de referencia aplicado por Centro Crucero, el cual utiliza los datos de emisión de Galpón Encalado de Lodos Cabrero
- Cancha de maduración: 1,106 UO/m²s asociada a la etapa de maduración y su posterior almacenamiento. Este valor proviene del EIO y corresponde a la referencia obtenida en la campaña de muestreo realizada en la Planta Bulnes 1 durante agosto y octubre de 2020.

Si bien, Ecomaule está comprendida dentro de las plantas de compostaje tipo 2, al no existir una referencia cercana y que considere recepción de materia orgánica más variada a la de solo material estructurante como ramas y chip de madera en general, se utiliza un valor de referencia dentro de la planta Ecomaule, la cual no considera dentro de su línea de compostaje un galpón de recepción de lodos, pero si en su línea de digestión aerobia, donde existe un proceso de triturado al igual que en el pretratamiento de los residuos en Centro Crucero y Bulnes 1.

Propuesta de mejora a la definición de la peor condición de operación en plantas de compostaje

Según lo visto en el apartado 5.3.1 de la presente investigación y según el contexto entregado por los EIO de las plantas pertinentes, una de las brechas está ligada a los “Datos referentes a la muestra”, dicho aspecto corresponde al 57,1% de los hallazgos (12 de los 21) y 5 de las 7 plantas que presentaron EIO cuentan con dicha problemática, tanto del grupo 1 y como del grupo 2.

En contribución a dicha problemática se presenta la propuesta de mejora a la Guía de Predicción y Evaluación de Impactos por Olor del SEIA respecto a la definición de la peor condición en el proceso general de operación de una planta de compostaje, basándose en lo declarado en la misma guía en su título 4.2 que menciona que la predicción y evaluación de los impactos ambientales deben efectuarse considerando la ejecución del proyecto o actividad en su condición más desfavorable.

La propuesta ha sido planteada debido a que no se expresa el momento en que se toman las muestras, siendo que el instante en que se realiza dicha acción busca representar el escenario de la operación de la planta, y al no realizarse en el momento “correcto” (en la peor condición), se corre el riesgo de infraestimar la emisión odorante, con las repercusiones correspondientes, tanto en la planificación de medidas por parte de la planta de compostaje, como la afección para las comunidades cercanas.

Para el desarrollo de la presente propuesta se debió analizar tanto el conocimiento técnico otorgado por algunos autores en el capítulo introductorio, como los datos encontrados en las plantas sujetas a estudio, específicamente los correspondientes a factores y/o valores de referencia de emisión de olor, TEO y la temperatura que marca el proceso del compostaje biológico en que se encuentra la pila de compost y que influye directamente en la volatilización de compuestos odorantes.

En primer lugar, a través de los datos obtenidos en el apartado 5.1.3 y 5.2.2, presentados en el Anexo 1 correspondiente a las tasas de emisión de olores del grupo 1 y 2, se logra identificar que dentro del proceso de compostaje en general, la etapa de compostaje activo es la que se asocia a las TEO más altas, esto es en cada una de las plantas sujetas de estudio, es decir, el 100% de las plantas estudiadas identifican a las fuentes que están estrechamente ligadas al compostaje activo como las que potencialmente generan peor condición odorante, ya sea realizada en trinchera, galpón o cancha de compostaje.

Dato que se corrobora posteriormente en el ranking de las plantas que lo declaran (ver Anexo 2), donde nuevamente el valor más alto es el asociado a las fuentes relacionadas con el compostaje activo, donde en Ecomaule representaron el 50,59%, en Armony el 60,7 y 78,7% en la línea de compost de Volta los Lagos.

Luego, para acotar la peor condición a una etapa biológica específica dentro del compostaje, se descartó la utilización de una variable temporal debido a las variaciones en los tiempos de operación en las diferentes plantas tipo de compostaje, siendo las plantas tipo 3 las que tardan menos tiempo en realizar todo el proceso (cercano a 2 meses) y las que tardan más las del tipo 1, que idealmente tardan 6 pudiendo extenderse, lo cual no contribuye para la comparación y realización de una propuesta generalizada, por ello entender la cinética de la temperatura en el proceso de compostaje se vuelve crucial para evaluar en qué momento y que etapa se puede realizar un muestreo a la peor condición, ya que este dato es determinante en la diferenciación de etapas.

En el Anexo 3 se identifican las temperaturas por cada etapa, como bien se sabe por autores como Haug (1993) y Epstein (2011), en la fase activa la peor condición es aquella que favorece la volatilización de COV, H₂S y NH₃ principalmente, por lo que la temperatura ayudó a establecer a que rango es recomendable muestrear para representar la condición más desfavorable.

Según lo declarado por las diferentes plantas sujetas de estudio en sus respectivos DIA y/o EIO, la temperatura en la fase termófila puede variar dentro del rango de 40-70°C, aunque 4 de las 5 plantas que si contaban con data de temperatura, mencionaron una temperatura máx. promedio de 65°C, en la cual convergen todas, por ende, se propone que el muestreo se realice midiendo esta temperatura de pila dentro de lo posible, pudiendo ser más alta y evitando una temperatura más baja, para tener una referencia y favorecer la comparación.

Se recomienda realizar la medición de temperatura en el caso de pilas volteadas mecánicamente utilizando termómetro con sonda, buscando medir la temperatura en el núcleo de la pila, también para complementar una peor condición se puede medir posterior o durante el volteo de la pila en fase termófila, como se realizó en Armony, quien obtuvo los valores más altos de emisiones de olor de todas las plantas estudiadas y representando de manera correcta en su estudio haber sobrepasado los umbrales de olor en 2 receptores, lo cual coincide con las denuncias por olor recibidas.

En el caso de las plantas que utilizan el método de pila estática aireada con cubierta semipermeable es bueno utilizar sensores para monitorear la temperatura.

5.4.2 Propuesta de mejoras a las brechas encontradas entre el Instructivo para Elaborar un Plan de Gestión de Olores y los PGO.

Propuesta de fortalecimiento del Instructivo para la elaboración del Plan de Gestión de Olores (PGO)

El análisis comparativo de los Planes de Gestión de Olores (PGO) evidenció brechas relevantes en la estructura, completitud y trazabilidad de la información presentada, particularmente en el diagnóstico odorante, la caracterización de fuentes y condiciones críticas, y la definición de medidas preventivas y de contingencia. Estas deficiencias incluyeron la ausencia de parámetros operativos mínimos, diagnósticos inconsistentes, registros técnicos insuficientes y una presentación heterogénea de los antecedentes, lo que dificulta la fiscalización y limita la eficacia del instrumento para gestionar emisiones odorantes. Asimismo, los PGO con menor nivel de cumplimiento coincidieron con episodios de denuncias ciudadanas, lo que confirma que la falta de un plan robusto y verificable constituye un factor de riesgo para la generación de impactos odorantes y conflictos socioambientales.

Con el fin de subsanar estas brechas, se desarrolló una plantilla estandarizada que fortalece los componentes esenciales del Instructivo, organizando de manera sistemática el diagnóstico

odorante, la caracterización detallada de fuentes emisoras y condiciones críticas, la formulación de medidas preventivas y de contingencia y la documentación de respaldo necesaria para asegurar trazabilidad y verificabilidad. La estructura de la plantilla se elaboró a partir del Odour Management Plan Template (Suecia, 2021), adaptándolo al contexto operacional de las plantas de compostaje y complementándolo con los requisitos mínimos del Instructivo nacional y las particularidades del proceso biológico.

Es importante señalar que la plantilla no solo incorpora tablas estandarizadas para ordenar la información técnica, sino que exige que cada una de ellas sea seguida por un análisis escrito, en el cual el titular interprete los datos presentados y demuestre su coherencia con las condiciones operativas de la planta. Este análisis debe incluir cualquier figura, informe, registro o evidencia validante que respalde los datos reportados, asegurando que la información sea completa, verificable y técnicamente fundamentada. De esta forma, la plantilla no se limita a estandarizar la presentación de datos, sino que fortalece la calidad del análisis, facilitando la elaboración del PGO por parte de los titulares y su revisión por parte de la autoridad ambiental.

Plantilla Estándar para la Elaboración de un Plan de Gestión de Olores

1) Identificación General del Establecimiento

Objetivo: Establecer los antecedentes básicos de identificación, localización, capacidad y responsables del plan.

Esta sección reúne los antecedentes administrativos y generales de la instalación, proporcionando el contexto básico para la evaluación odorante. La información sobre localización, capacidad de producción, permisos asociados y responsables permite vincular el Plan de Gestión de Olores con el marco regulatorio vigente y con la organización interna de la planta, facilitando la trazabilidad y la fiscalización por parte de la autoridad ambiental.

Tabla 5.15: Ficha de identificación general del establecimiento.

Campo	Contenido requerido
Nombre de la instalación	
Razón social	
RUT	
Coordenadas geográficas (punto central)	
Dirección completa	
Comuna / Región	
Delimitación del predio (croquis o plano adjunto)	
Sector productivo	
Actividad principal / CIU	

Capacidad de producción autorizada (t/año u otra unidad)	
N° total de trabajadores	
RCA(s) asociada(s) (si aplica)	
Permisos sanitarios / sectoriales relevantes	
Representante legal	
Encargado ambiental / Responsable del PGO	
Correo de contacto y teléfono	
Fecha de elaboración	
Fecha de revisión / actualización	
Firma del responsable técnico	
Firma del representante legal	

2) Descripción del Proceso Productivo

Objetivo: Contextualizar el origen potencial de olores a partir de las operaciones, materiales y tecnologías utilizadas.

En este apartado se caracteriza el proceso productivo en el que se originan las emisiones de olor, detallando las etapas de la operación, las principales actividades y las materias primas, productos y subproductos involucrados. La descripción de las condiciones operativas relevantes, junto con el diagrama de flujo, permite comprender cómo se desarrolla el compostaje en la práctica y en qué puntos del proceso pueden generarse emisiones odorantes significativas.

Descripción general de la actividad:

- Tipo de proceso (compostaje, tratamiento de lodos, etc.).
- Diagrama de flujo del proceso (adjuntar).
- Identificación de operaciones con potencial generador de olor.

Actividades por desarrollar dentro de la instalación

Tabla 5.16: Unidades de operación y actividades con potencial odorante.

Etapas del proceso	Descripción de la actividad	Tipo de operación (recepción, compostaje, acopio, etc.)	¿Genera emisiones directas al aire ambiente? (sí/no)	Observaciones

Materias primas e insumos

Tabla 5.17: Caracterización de materias primas e insumos utilizados en el proceso de compostaje.

Material / insumo	Cantidad promedio	Origen	Frecuencia de recepción	*Potencial odorante (cualitativo: despreciable/ bajo/medio/alto)	Observaciones

*El potencial odorante se debe ser descrito según lo descrito en la Figura 7 del “Instructivo para la elaboración de un plan de gestión de olores”.

Productos y subproductos

Tabla 5.18: Productos y subproductos generados en la planta de compostaje.

Producto / subproducto	Destino	Medida de Control de olores aplicada	Observaciones

Descripción de condiciones operativas relevantes

Para cada etapa, se recomienda consignar los parámetros que influyen directamente en la generación de olor.

Especificaciones para rellenar la Tabla 5.19:

- Etapa del Proceso (Pre-procesamiento, compostaje activo, maduración).
- Temperatura Promedio (°C)
- Humedad (%)
- Relación C/N
- pH
- Oxigenación
- Frecuencia de volteo (periodos)
- Observaciones

Tabla 5.19: Condiciones operativas generales del proceso de compostaje industrial.

Etapas del proceso	Temperatura (°C)	Humedad (%)	Relación C/N	pH	oxigenación	Observaciones
Pre-Procesamiento	22	70%	30:1	4 - 6	5% - 8%	

Compostaje activo	65	65%	30:1	5.5 – 9	5% - 8%	
Maduración	45	65%	30:1	6 - 8.5	5% - 8%	

La tabla anterior se presenta como una respuesta ante la necesidad de contar con parámetros específicos respecto a los puntos abarcados. Consignándose como una propuesta de peores condiciones operativas para cada factor.

Identificación de receptores cercanos

Objetivo: Caracterizar los receptores potencialmente afectados por olor

Tabla 5.20 Receptores cercanos.

Receptor	
Tipo (residencial, educacional, laboral, etc)	
Distancia lineal	
Observaciones	

3) Identificación y Caracterización de Fuentes Odorantes

Objetivo: identificar cada fuente de emisión y sus condiciones operativas.

La caracterización de fuentes odorantes permite identificar de manera precisa dónde y bajo qué condiciones se generan las emisiones de olor dentro del proceso. Para cada fuente se describen su tipo, etapa asociada, variables críticas y la peor condición de emisión, diferenciando situaciones normales de aquellas anómalas que pueden intensificar el impacto. Además, se registran las medidas de control actualmente aplicadas y la evidencia que respalda su funcionamiento, asegurando trazabilidad y facilitando la evaluación de la gestión odorante vigente. Esta información constituye la base para orientar medidas preventivas, correctivas y de contingencia en las etapas posteriores del PGO.

Especificaciones para rellenar la Tabla 5..21:

- N° (número de fuentes).
- Fuente (pila, zona de recepción, piscina de lixiviado, etc.).
- Tipo de fuente (puntual, difusa, volumétrica).
- Etapa del proceso (Pre-procesamiento, compostaje activo, maduración).
- Peor condición identificada (Momento de mayor emisión de olor).
- Variables relevantes (T°, Humedad, pH, C/N).

- Condiciones operativas (Normal: Es el estado esperado, planificado, habitual y controlado del proceso; o Anómala: Es cualquier situación que no debería ocurrir si la planta está funcionando correctamente, como un corte de energía que detiene el sist. De aireación, exceso de humedad por lluvia no controlada, falla de biofiltro, etc.).
- Medidas de control existente (acciones vigentes que la planta utiliza para controlar el olor, como volteos programados a cierta frecuencia para evitar anaerobiosis, mantener humedad dentro del rango óptimo, biofiltros operativos, bitácora de temperatura/humedad, etc.).
- Evidencia documentada (adjuntar foto, ficha, plano, etc.).

Tabla 5.22: Identificación y características de las fuentes odorantes del proceso Planta tipo 1.

Nº	Fuente	Tipo (puntual/difusa/volumétrica)	Etapa del proceso	Peor condición identificada	Variables relevantes	Condición operativa (normal / anómala)	Medidas de control existentes	Evidencia documental (foto, ficha, plano)
1	Zona de recepción	Difusa	Pre.- Procesamiento	Descarga de material	C/N	Normal	Mezclar lo antes posible con material estructurante y recepción del material entre las 14:00 y 17:00 horas.	
2	Pilas de compostaje	Difusa	Compostaje activo	Fase termófila	T°	Normal	Volteo mecánico periódicos, y humectación de la pila.	
3	Cancha de maduración	Difusa	Maduración	Primeros días	T° y pH	Normal	Volteo mecánico ocasional (humectación por condiciones climática).	

Tabla 5.23: Identificación y características de las fuentes odorantes del proceso Planta tipo 2.

Nº	Fuente	Tipo (puntual/difusa/volumétrica)	Etapa del proceso	Peor condición identificada	Variables relevantes	Condición operativa (normal / anómala)	Medidas de control existentes	Evidencia documental (foto, ficha, plano)
1	Zona de recepción	Difusa	Pre.- Procesamiento	Exposición a lluvia	Humedad	Anormal	Recubrimiento de materia orgánica y rápida mezcla con	

							material estructurante.	
2	Pilas de compostaje	Volumétrica	Compostaje activo	Fase termófila	T°	Normal	Volteo mecánico periódicos, y humectación de la pila.	
3	Cancha de maduración	Difusa	Maduración	Primeros días	T° y pH	Normal	Volteo mecánico ocasional (humectación por condiciones climática).	

Tabla 5.24: Identificación y características de las fuentes odorantes del proceso Planta tipo 3.

N°	Fuente	Tipo (puntual/difusa/volumétrica)	Etapa del proceso	Peor condición identificada	Variables relevantes	Condición operativa (normal / anómala)	Medidas de control existentes	Evidencia documental (foto, ficha, plano)
1	Zona de recepción	Volumétrica	Pre.- Procesamiento	Descarga de material	C/N	Normal	Extracción de aire y disposición del material en galpón cerrado.	
2	Pilas de compostaje	Volumétrica	Compostaje activo	Fase termófila	T°	Normal	Inyección de aire y uso de cobertores.	
3	Cancha de maduración	Difusa	Maduración	Primeros días	T° y pH	Normal	Volteo mecánico ocasional (humectación por condiciones climática).	

Representación gráfica de fuentes

- Plano general del establecimiento con ubicación de fuentes odorantes.
- Identificación de puntos de muestreo y zonas de operación.

Caracterización del olor por fuente emisora

Objetivo: Describir las características sensoriales del olor asociado a cada fuente emisora, según los parámetros definidos en el Instructivo para la Elaboración de un PGO (MMA, 2020).

La caracterización del olor complementa la identificación de fuentes emisoras, permitiendo describir la naturaleza sensorial de las emisiones mediante parámetros estandarizados: calidad del olor, intensidad, tono hedónico y concentración, cuando esta última se encuentra disponible. Estos descriptores permiten evaluar el impacto potencial de cada fuente desde una

perspectiva perceptual, diferenciando olores molestos, neutros o agradables, así como su fuerza relativa. Esta sección constituye un requerimiento explícito del instructivo y es fundamental para comprender la percepción odorante asociada a cada unidad del proceso, facilitando la evaluación de riesgo y la priorización de medidas de control.

Especificaciones para rellenar la Tabla 5.25:

- N°: número correlativo de la fuente evaluada.
- Fuente: unidad del proceso identificada como emisora.
- Calidad del olor: descripción cualitativa del olor (p.ej., ácido, rancio, amoniacal, terroso).
- Intensidad: magnitud percibida del olor según escala sensorial (débil, moderado, fuerte, muy fuerte).
- Tono hedónico: valoración subjetiva del olor (agradable, neutro, desagradable, muy desagradable).
- Concentración del olor (si existe): valor expresado en $\text{ouE}\cdot\text{m}^{-3}$ obtenido por medición olfatométrica.
- Método / referencia: técnica aplicada o fuente de información (olfatometría, panel sensorial, EIO, bibliografía)
- Observaciones: información relevante para la interpretación (condición operativa, variaciones puntuales, notas del evaluador).

Tabla 5.25: Caracterización del olor por fuente emisora.

N°	Fuente	Calidad del olor	Intensidad	Tono hedónico	Concentración del olor ($\text{ouE}\cdot\text{m}^{-3}$)	Método / referencia	Observaciones

Probabilidad de impacto odorante

Objetivo: Determinar la probabilidad de que las emisiones afecten a los receptores cercanos, considerando frecuencia, duración, horario y estacionalidad, según lo establecido en el instructivo.

Esta sección permite evaluar el nivel de riesgo odorante de cada fuente o etapa, clasificándolo en probabilidad baja o alta. Este análisis integra variables meteorológicas, operacionales y de ocurrencia, estableciendo una base objetiva para priorizar medidas preventivas.

Especificaciones:

- Fuente / etapa
- Frecuencia

- Duración
- Horario crítico
- Estacionalidad
- Clasificación (baja/alta probabilidad)

Tabla 5.26 Probabilidad de impacto odorante

Fuente / etapa	Frecuencia	Duración	Horario crítico	Periodo del año	Probabilidad de impacto	Observaciones

4) Evaluación de Emisiones y Potencial de Impacto Odorante

Objetivo: documentar resultados de medición, estimación o modelación.

Medición de olor

En la Tabla 5..27 se deben presentar los resultados de medición de olor obtenidos a partir de los antecedentes revisados en los Estudios de Impacto Ambiental (EIA), Declaraciones de Impacto Ambiental (DIA) y Planes de Gestión de Olores (PGO) de las plantas de compostaje analizadas.

En ella se consignan los valores de concentración reportados para cada etapa del proceso, junto con la fecha de medición, el método analítico indicado en los informes, la condición operativa durante el muestreo (por ejemplo, durante volteo o aireación activa), el responsable técnico y las observaciones relevantes. Este registro permitió correlacionar las emisiones odorantes con las condiciones operativas de cada etapa, identificando aquellas con mayor incidencia potencial en el impacto odorante global del proceso.

Especificaciones para rellenar la Tabla 5.27:

- Fuente/ etapa (Área de medición).
- Fecha de medición (Día, mes y año del muestreo).
- Método aplicado (Técnica empleada, como olfatometría dinámica, cámara de flujo, etc.).
- Valor medido (Concentración en $ouE \cdot m^{-3}$ o flujo en $ouE \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}$).
- Condición del proceso (Describe qué estaba ocurriendo en la etapa del proceso cuando se tomó la muestra de olor, como medición en el volteo, en la aireación activa, con lluvia previa, etc.).
- Responsable técnico (Laboratorio o profesional a cargo).
- Observaciones (Información relevante que influya en la interpretación del dato).

Tabla 5.27: Resultados de medición de olor por fuente y etapa del proceso.

Fuente / etapa	Fecha de medición	Método aplicado	Valor medido (ouE·m ⁻³ / ouE·m ⁻² ·s ⁻¹)	Condición del proceso	Responsable técnico	Observaciones

Identificación de la peor condición por etapa

La Tabla 5.28 presenta la identificación de la peor condición de emisión para cada etapa del proceso de compostaje, determinada a partir del análisis comparativo de los antecedentes técnicos disponibles en los Estudios de Impacto Ambiental (EIA), Declaraciones de Impacto Ambiental (DIA) y Planes de Gestión de Olores (PGO) revisados.

La determinación de estas condiciones se fundamentó en las variables que influyen directamente en la generación de olores, tales como temperatura, humedad, relación C/N, pH y tipo de aireación.

Especificaciones para rellenar la Tabla 5.28:

- Etapa del Proceso (Recepción, preparación, compostaje, finalización).
- Variables que definen la peor condición (T°, humedad, C/N, pH).
- Justificación técnica (Evidencias en el EIO / PGO / Bibliografía especializada sobre compostaje).
- Frecuencia esperada (Periodicidad con la que ocurre la condición).
- Cometarios (Notas útiles para operación o monitoreo).

Tabla 5.28: Identificación de la peor condición de emisión por etapa del proceso de compostaje.

Etapa	Variables que definen la peor condición	Justificación técnica	Frecuencia esperada	Comentarios

5) Plan de Medidas de Control y Gestión.

Objetivo: Documentar las medidas preventivas y correctivas aplicadas para reducir las emisiones de olor en cada etapa del proceso.

La Tabla 5.29 presenta la identificación de medidas de control y permite evaluar qué acciones están actualmente implementadas para prevenir o mitigar la generación de olores. Esta sección distingue entre medidas preventivas, orientadas a evitar que surjan condiciones odorantes, y medidas correctivas, aplicadas cuando ya existe un episodio de olor o una desviación operativa.

Registrar esta información garantiza trazabilidad, facilita la fiscalización y permite evaluar la eficacia de la gestión odorante vigente.

Especificaciones para rellenar la Tabla 5.9: Especificaciones para rellenar la Tabla 5.29:

- Fuente / etapa: Unidad del proceso donde se aplica la medida.
- Tipo de medida: Preventiva (evita generación) o correctiva (mitiga impacto existente).
- Descripción de la medida: Acción aplicada de forma explícita
- Estado: Operativa o en implementación.
- Fecha de aplicación: Inicio de su uso.
- Responsable: Área o cargo encargado.
- Evidencia / mantenimiento: Bitácoras, registros, fotografías o protocolos.

Tabla 5.29: Medidas de control y gestión de olores aplicadas en cada etapa del proceso.

Fuente / etapa	Tipo de medida (preventiva / correctiva)	Descripción de la medida	Estado (operativa / en implementación)	Fecha de aplicación	Responsable	Evidencia / mantenimiento

Programa de Contingencias e Incidentes

Objetivo: Definir las acciones que deben implementarse ante situaciones anormales que puedan generar emisiones odorantes significativas.

Este programa identifica las unidades de proceso susceptibles de generar eventos críticos, establece los criterios para declarar una contingencia y define medidas de respuesta inmediata, responsables y canales de comunicación con la autoridad y la comunidad.

Especificaciones

- Origen de la contingencia
- Unidad involucrada
- Causa probable
- Medidas inmediatas
- Responsable
- Canal de comunicación

Tabla 5.30 Programa de contingencia

Origen de contingencia	Unidad involucrada	Causa probable	Medidas inmediatas	Responsable	Canal de comunicación

6) Programa de Seguimiento, Monitoreo y Comunicación.

Objetivo: Establecer un sistema formal de control que permita verificar el desempeño odorante, evaluar la eficacia de las medidas y gestionar adecuadamente los reclamos de la comunidad.

La Tabla 5.31 El seguimiento y monitoreo permiten evaluar la evolución de los parámetros críticos asociados a la generación de olor, como temperatura, humedad, funcionamiento de aireación o biofiltros. Además, esta sección incorpora mecanismos de comunicación con la comunidad para registrar, analizar y responder reclamos por olor. Esta trazabilidad es fundamental para demostrar cumplimiento y promover la mejora continua del plan.

Especificaciones para rellenar la Tabla 5.31:

- **Parámetro / indicador:** Variable a controlar (T°, humedad, O₂, reclamos, etc.).
- **Frecuencia:** Periodicidad de medición.
- **Método / instrumento:** Equipo o técnica utilizada para registrar el parámetro.
- **Responsable:** Persona o área encargada de realizar el control.
- **Forma de registro:** Planillas, sistemas digitales, reportes internos.
- **Observaciones:** Condiciones especiales o desviaciones detectadas.

Tabla 5.31: Programa de seguimiento y monitoreo de emisiones odorantes.

Parámetro / indicador	Frecuencia	Método / instrumento	Responsable	Forma de registro	Observaciones

Gestión de quejas y comunicación comunitaria

- Registro de reclamos (fecha, descripción, respuesta).
- Mecanismo de comunicación con la comunidad (teléfono, correo, plataforma).
- Procedimiento interno de respuesta y cierre.

Revisión y actualización del PGO

- Fecha de revisión programada.
- Criterios de actualización (cambio de proceso, aumento de producción, incidente odorante).
- Responsable de revisión.

7) Evaluación Global del Plan y Mejora Continua

Objetivo: Evaluar el desempeño del plan de gestión de olores, identificar oportunidades de optimización y verificar la implementación de las medidas propuestas.

La Tabla 5.31 Tabla 5. integra los resultados obtenidos tras la aplicación del PGO, considerando indicadores como cumplimiento de medidas, número de reclamos, desviaciones operativas y eficacia de acciones correctivas. La evaluación permite determinar si las estrategias implementadas han sido suficientes o si requieren ajustes, asegurando la mejora continua del desempeño odorante de la instalación.

Especificaciones para rellenar la Tabla 5.31:

- Periodo de evaluación: Mes, trimestre, semestre o año.
- Resultados relevantes: Emisiones, reclamos, fallas, cumplimiento de medidas.
- Acciones de mejora propuestas: Medidas adicionales para optimizar la gestión.
- Estado de ejecución: Planificada, en implementación o completada.
- Observaciones: Notas relevantes sobre dificultades, cambios o aprendizajes.

Tabla 5.31: Medidas de control y gestión de olores aplicadas en cada etapa del proceso.

Periodo de evaluación	Resultados relevantes (tasas de emisión, quejas, cumplimiento)	Acciones de mejora propuestas	Estado de ejecución	Observaciones

8) Anexos Técnicos

Debe incluir obligatoriamente:

- Diagrama de flujo del proceso.
- Plano de ubicación de fuentes odorantes.
- Fichas de muestreo y certificados de laboratorio.
- Fotografías de equipos de control.
- Copia de reclamos y respuestas a la comunidad (si aplica).

9) Sello de Revisión y Validación

Objetivo: Formalizar la revisión y aprobación del PGO por parte del equipo técnico del establecimiento y la autoridad competente.

El sello de revisión y validación corresponde a la etapa final de formalización del Plan de Gestión de Olores, destinada a asegurar la trazabilidad administrativa y la conformidad técnica del documento.

En la Tabla 5.32 se consignaron las entidades participantes en el proceso de revisión, incluyendo al consultor responsable de la elaboración del plan, al representante legal del establecimiento y a la autoridad ambiental competente (SEA o SMA). La validación de cada firma y fecha permite confirmar la revisión técnica, el cumplimiento de los contenidos mínimos y la aprobación final del documento para su aplicación operativa.

Especificaciones:

- Entidad revisora: Consultor, representante legal, autoridad ambiental.
- Cargo: Rol del firmante dentro de la organización.
- Firma / fecha: Validación formal.
- Observaciones: notas adicionales relevantes.

Tabla 5.32: Registro de revisión y validación del Plan de Gestión de Olores

Entidad revisora	Cargo	Firma / fecha	Observaciones
Consultor responsable			
Representante legal			
Autoridad ambiental / revisor (SEA o SMA)			

La incorporación de esta ficha busca transformar el PGO en un instrumento técnico de gestión dinámica. A través de la estandarización de datos, la incorporación de la peor condición de emisión por etapa y el registro sistemático de medidas, se facilita la comparación entre instalaciones, la verificación del cumplimiento y la aplicación de medidas preventivas más efectivas.

6 Discusión

La conformación del grupo 1 permitió evidenciar cómo los proyectos ingresados al SEIA después de diciembre de 2017, y por tanto sujetos tanto a la Guía para la Predicción y Evaluación de Impactos por Olor como al Instructivo para la Elaboración del PGO, presentan brechas importantes en la calidad y completitud de la información presentada. Aunque la mayoría contaba con EIO e incluso con PGO, se observaron inconsistencias en el reporte de parámetros operacionales, ausencia de criterios estandarizados y un cumplimiento heterogéneo de los instrumentos vigentes. Esto demuestra que, aun con la presencia de dichos instrumentos, su aplicación práctica es discontinua y no asegura una caracterización suficiente del potencial odorante de las instalaciones.

En contraste, las plantas del grupo 2 evidenciaron un escenario distinto. Si bien su vigencia operativa pudo confirmarse con mayor facilidad gracias a los antecedentes proporcionados por el MMA, la información técnica disponible resultó insuficiente o desactualizada debido a la antigüedad de sus DIA, como en Catemito, Mostazal 1 y Mostazal 2, o de sus resoluciones sanitarias, como en Armony. Esta falta de actualización dificultó caracterizar adecuadamente sus condiciones operativas actuales y reveló la ausencia de mecanismos formales para revisar periódicamente los procesos en instalaciones anteriores a 2017. Fue necesario entonces complementar antecedentes con información proveniente del SNIFA, principalmente informes de fiscalización, anexos y planes de cumplimiento recientes, lo que permitió reconstruir parcialmente su funcionamiento y evidenciar brechas de trazabilidad.

La obtención de datos actualizados para el grupo 2 también se vio afectada por la variabilidad en los volúmenes de ingreso de materia orgánica y por las diferencias tecnológicas entre plantas, especialmente en el tratamiento de pilas. Como resultado, los datos del estudio reflejan principalmente una “fotografía” del estado operacional registrado en fiscalizaciones oficiales más que una caracterización continua. Aunque esto introduce incertidumbre respecto de las condiciones actuales, la información disponible permite establecer una apreciación general del funcionamiento de estas plantas y reconocer brechas persistentes en materia de actualización, trazabilidad y control operacional.

Un aspecto relevante del grupo 2 es que todas las plantas presentaron denuncias por olor en el SNIFA o en sus municipalidades respectivas. Aunque Catemito no registró denuncias directas por olor, sí mostró eventos por acumulación de lixiviados, indicativos de fallas operacionales vinculadas potencialmente a emisiones odorantes. Esto confirma que la ausencia de instrumentos formales de gestión en instalaciones previas a 2017 incrementa el riesgo de episodios odorantes y conflictos comunitarios.

La comparación entre el cumplimiento del Instructivo del PGO y la presencia de denuncias mostró una relación consistente: las plantas con menor nivel de implementación fueron las mismas que presentaron conflictos por olor. Aunque las plantas del grupo 2 no cuentan con PGO por su antigüedad, esta tendencia también se observó en el grupo 1, donde Centro Crucero (25 %) y Bulnes 1 (10 %) registraron denuncias pese a estar sujetas al instructivo. Esto demuestra que la existencia del instrumento no garantiza su aplicación efectiva y evidencia una brecha entre lo declarado y lo realmente ejecutado por las plantas.

En el caso de la Guía del SEIA y los EIO evaluados, el cumplimiento promedio alcanzó un 74,4 %, con valores individuales superiores al 66,7 %. Aunque esto refleja diagnósticos técnicamente coherentes, contrasta con la presencia de denuncias en varias de las plantas, lo que indica que un EIO bien evaluado no necesariamente se traduce en una gestión odorante efectiva durante la operación. Esta contradicción se relaciona con brechas críticas en la representatividad de los datos operacionales y, especialmente, en la selección y justificación de los factores de emisión utilizados. Aunque varias plantas declaran emplear valores conservadores basados en herramientas como NER Compost Production, estos factores resultan insuficientes cuando se contrastan con TEO nacionales, revelando la necesidad de criterios claros de representatividad y factores ajustados al contexto chileno.

Frente a estas brechas, se desarrolló una propuesta metodológica basada en la justificación de valores de referencia, uno de los elementos centrales de la Guía del SEIA. Como la guía permite utilizar datos de proyectos similares sin definir cómo seleccionarlos, se construyeron plantas tipo ajustadas a la realidad del compostaje chileno, utilizando los patrones operacionales observados en los grupos 1 y 2 y sus respectivos TEO. Además, se identificó la temperatura como el parámetro transversal más adecuado para definir la peor condición operacional, lo que permitió establecer condiciones mínimas comparables para cualquier configuración tecnológica. Esta propuesta constituye un avance hacia una base de datos nacional más representativa, coherente con el principio de priorizar emisiones de referencia por sobre factores teóricos, y fortalece el diagnóstico predictivo de emisiones de olor.

En conjunto, las propuestas metodológicas, la definición de plantas tipo, la asignación de factores de emisión por etapa y la identificación de la temperatura como parámetro crítico, permiten avanzar hacia una estandarización técnica que hoy no se encuentra presente ni en la Guía del SEIA ni en el Instructivo del PGO. Estas mejoras buscan subsanar las brechas detectadas, reducir la variabilidad en la aplicación de los instrumentos y fortalecer la capacidad predictiva y operativa de la gestión odorante.

Finalmente, al comparar el enfoque chileno con modelos internacionales, se observa que la propuesta desarrollada se aproxima más a instrumentos robustos como el Plan de Reducción de Olores Ofensivos de Colombia, el cual opera con límites cuantificables, parámetros verificables y mecanismos de actualización periódica. A diferencia del instructivo chileno, que entrega lineamientos generales sin umbrales normativos ni exigencias operativas mínimas, el enfoque colombiano demuestra la eficacia de integrar criterios objetivos y trazables. En este sentido, la metodología propuesta responde directamente a las brechas detectadas en los PGO evaluados y alinea la gestión odorante en Chile con prácticas regulatorias más avanzadas y coherentes con la experiencia comparada.

En síntesis, los resultados muestran que las brechas en la aplicación de la Guía del SEIA y del Instructivo del PGO no responden únicamente a deficiencias documentales, sino a la ausencia de criterios técnicos comunes que permitan evaluar, comparar y fiscalizar de manera consistente el desempeño odorante de las plantas de compostaje. La propuesta metodológica desarrollada en este estudio aporta una base técnica más clara y estandarizada para enfrentar este desafío, fortaleciendo la gestión operativa de las instalaciones y ofreciendo a la autoridad herramientas más precisas para la evaluación ambiental. Con ello, se avanza hacia un sistema de gestión del olor más coherente, verificable y alineado con las buenas prácticas observadas a nivel internacional.

7 Conclusión

Se logró sistematizar información respecto a proyectos de compostaje aprobados en el SEIA entre 2017 y 2024, ya que se logró recopilar, depurar y analizar los antecedentes técnicos de los proyectos con Resolución de Calificación Ambiental favorable mediante la aplicación de filtros y la validación de la información a través de consultas a profesionales del MMA, la aplicación de criterios técnicos y de pertinencia, generando una base de datos 6 plantas representativas del sector compostador nacional con sus respectivos datos de operación y registro de denuncias conocido como grupo 1.

Se pudo realizar una extensión del universo de plantas sujetas de a través de la inclusión de proyectos de compostaje operativos en Chile previos al año 2017. Esto a través de un segundo grupo de estudio elaborado partir de una base de datos técnica previamente establecida y validada por el MMA, lo que permitió acotar el universo de análisis a un total de 4 plantas para el grupo 2 que al igual que el 1 presentó datos de tecnología de compostaje empleada, la infraestructura, los tipos de residuos tratados y la capacidad operativa y denuncias.

Posterior a ello se logró comparar puntos pertinentes de la guía e instructivo con la información recopilada de las plantas de compostaje de ambos grupos, permitiendo una evaluación cruzada entre los instrumentos normativos del Ministerio del Medio Ambiente y los antecedentes técnicos de los proyectos. Lo que culminó en brechas respecto a la elección y justificación de los factores/emisiones de referencia y caracterización y contextualización en los datos referentes al muestreo, además de los hallazgos relacionados a la comparación del instructivo y PGO, dejando ver que la aplicación de un PGO es relevante para evitar conflictos por olor.

Por ello se generaron propuestas que atendían específicamente a aquellas brechas y hallazgos, pudiendo generar tres propuestas; plantas tipo compostaje con valores de referencia asociado a las fuentes emisoras; la peor condición operativa para generar olores dentro de una planta de compostaje indicando el cuándo se debe muestrear y un template que aborda los datos necesarios para la construcción de un PGO y su adaptación al rubro aludido en el presente estudio.

En conclusión, se lograron realizar propuestas que contribuyen en la correcta gestión de olores a través de los instrumentos “Guía para la predicción y evaluación de impactos por olor en el SEIA” y el “Instructivo para la elaboración de un plan de gestión de olores” del MMA.

8 Bibliografía

- AIMPLAS. (s.f.). *Compostabilidad industrial: Fases del proceso de compostaje*. <https://www.aimplas.es/blog/compostabilidad-industrial-fases-del-proceso-de-compostaje/>
- Aqualogy Medio Ambiente. (2014). *Informe final: Diagnóstico y evaluación de la generación de olores en actividades productivas de Chile*. Ministerio del Medio Ambiente.
- Biblioteca del Congreso Nacional de Chile. (2024). *Ley N.º 18.695: Orgánica constitucional de municipalidades*. <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=1188661>
- Biblioteca del Congreso Nacional. (2023, septiembre). *Biblioteca del Congreso Nacional*. <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?i=1188661>
- Compost Connect. (s.f.-a). *What is industrial composting?* <https://www.compostconnect.org/what-is-industrial-composting/>
- Compost Connect. (s.f.-b). *Industrial and home composting*. <https://www.compostconnect.org/what-is-industrial-composting/#industrial-and-home-composting>
- Compostando Ciencia. (s.f.). *Tecnología: Compostaje como fuente de energía*. <https://www.compostandociencia.com/manuales-2/secciones/tecnologia/>
- Congreso Nacional de Chile. (2006). *Ley N.º 20.417: Crea el Ministerio, el SEA y la SMA*. <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=1188661>
- Delgado Arroyo, M. del M., Mendoza López, K. L., González, M. I., Tadeo Lluch, J. L., Martín Sánchez, J. V., & colaboradores del Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (INIA). (2019). *Evaluación del proceso de compostaje de residuos avícolas empleando diferentes mezclas de sustratos*. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 35(4), 965–977. <https://doi.org/10.20937/rica.2019.35.04.15>
- Economía Circular – Ministerio del Medio Ambiente. (2020). *Sistemas de manejo e instrumentos aplicables en Chile (Informe N.º 3)*. <https://economiacircular.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2020/07/Informe-3-Sistemas-de-manejo-e-instrumentos-aplicables-en-Chile.pdf>
- Economía Circular – Ministerio del Medio Ambiente. (2021). *Estrategia Nacional de Residuos Orgánicos Chile 2040*. <https://economiacircular.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2021/03/Estrategia-Nacional-de-Residuos-Organicos-Chile-2040.pdf>
- Elsabbagh, Y. M. H. S., et al. (2025). *Advances in controlling composting odor*. *Journal of Environmental & Agricultural Sciences*, (Artículo en línea). <https://doi.org/10.1186/s44147-025-00606-y> (Acceso al PDF: <https://jeas.springeropen.com/counter/pdf/10.1186/s44147-025-00606-y.pdf>)
- Epstein, E. (2011). *Industrial composting: Environmental engineering and facilities management*. CRC Press.
- European Commission. (2018). *Best available techniques (BAT) reference document for waste treatment*. Publications Office of the European Union.
- European Committee for Standardization. (2003). *EN 13725: Air quality — Determination of odour concentration by dynamic olfactometry*. CEN. <https://standards.iteh.ai/catalog/search>

- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). (2013). *Manual de compostaje del agricultor: Experiencias en América Latina*. FAO. <https://www.fao.org/4/i3388s/i3388s.pdf>
- Grün Engineering. (s.f.). *Composta industrial*. <https://grun-engineering.com/composta-industrial/>
- Harvard College Writing Program. (n.d.). *Evaluating sources*. Harvard University. <https://usingsources.fas.harvard.edu/evaluating-sources-0>
- Haug, R. T. (1993). *The practical handbook of compost engineering*. CRC Press.
- IFA Armony. (2021). *Informe Final de Auditoría Ambiental – Planta de Compostaje Armony*.
- Instituto Nacional de Estadística (INE). (2024). *Resultados Nacionales Censo 2024*. <https://censo2024.ine.gob.cl/documentacion/>
- Instituto Nacional de Estadísticas (INE). (2017). *Población censada y residentes habituales, Censo 2017* [Archivo Excel]. <https://www.ine.gob.cl/docs/default-source/censo-de-poblacion-y-vivienda/publicaciones-y-anuarios/2017/publicaci%C3%B3n-de-resultados/sintesis-de-resultados-censo2017.pdf>
- Instituto Nacional de Estadísticas (INE). (2024). *Resultados Censo 2024: Avance y estimaciones poblacionales por región*. Gobierno de Chile.
- Matter of Trust. (s.f.). *The benefits of industrial composting*. <https://matteroftrust.org/the-benefits-of-industrial-composting/>
- Ministerio de Medio Ambiente. (2021). *Capítulo 10: Residuos [Informe REMA 2021]*. Sistema Nacional de Información Ambiental (SINIA). <https://sinia.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2022/01/C10-residuos-rema-2021.pdf>
- Ministerio de Salud (MINSAL). (1999). *Decreto Supremo N.º 594: Reglamento sobre condiciones sanitarias y ambientales básicas en los lugares de trabajo*.
- Ministerio de Salud (MINSAL). (2021). *Resolución Exenta N.º 2470: Reglamento sanitario para instalaciones de compostaje*.
- Ministerio de Salud. (2023). *Decreto N.º 12 que aprueba el Reglamento Sanitario sobre Manejo de Residuos Orgánicos, Compostaje y Digestión Anaerobia*.
- Ministerio del Medio Ambiente (MMA). (2012). *Decreto Supremo N.º 40: Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA)*.
- Ministerio del Medio Ambiente (MMA). (2017). *Estrategia para la gestión de olores en Chile: Actualización 2017*. Gobierno de Chile. https://olores.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2019/03/Estrategia_Olores_Actualizacion2017.pdf
- Ministerio del Medio Ambiente (MMA). (2017). *Guía para la predicción y evaluación de impactos por olor en el SEIA*.
- Ministerio del Medio Ambiente (MMA). (2018). *Informe del estado del medio ambiente: Capítulo 13 – Olores*. Gobierno de Chile. <https://mma.gob.cl>
- Ministerio del Medio Ambiente (MMA). (2019). *Diagnóstico Nacional de Residuos Sólidos Domiciliarios y Asimilables*.
- Ministerio del Medio Ambiente (MMA). (2020). *Instructivo para la elaboración de Planes de Gestión de Olores (PGO)*.
- Ministerio del Medio Ambiente (MMA). (2021). *Estrategia Nacional de Residuos Orgánicos: Chile Circular al 2040*. Gobierno de Chile. <https://economiecircular.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2021/03/Estrategia-Nacional-de-Residuos-Organicos-Chile-2040.pdf>

- Ministerio del Medio Ambiente (MMA). (2022). *Documento base para el inicio del proceso de elaboración de una norma de olores en Chile*. <https://olores.mma.gob.cl>
- Ministerio del Medio Ambiente (MMA). (2022). *Sexto Reporte del Estado del Medio Ambiente*.
- Ministerio del Medio Ambiente (MMA). (s.f.). *Sitio web oficial sobre olores*.
- Pagans, E., Barrena, R., Font, X., & Sánchez, A. (2006). *Ammonia emissions from the composting of different organic wastes. Dependency on process temperature*. *Chemosphere*, 62(9), 1534-1542. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2005.06.044> (Acceso al PDF: https://ddd.uab.cat/pub/artpub/2006/163578/chemosphere_a2006m3v62n9p1534.pdf)
- País Circular. (2023, septiembre 22). *Zero Corp: La única planta abierta de compostaje a gran escala en Chile funciona en el sur*. <https://www.paiscircular.cl/economia-circular/zero-corp-la-unica-planta-abierta-de-compostaje-a-gran-escala-en-chile-funciona-en-el-sur/>
- Radio Bío Bío. (2023, julio 20). *Seremi inicia sumario sanitario contra planta de empresa Armony tras denuncia de malos olores*. <https://www.biobiochile.cl/noticias/nacional/region-metropolitana/2023/07/20/seremi-inicia-sumario-sanitaria-contra-planta-de-empresa-armony-tras-denuncia-de-malos-olores.shtml>
- Reduce Reutiliza Recicla. (s.f.). *Compostaje industrial*. <https://reducereutilizarecicla.org/compostaje-industrial/>
- Scottish Environment Protection Agency (SEPA). (2024). *Odour management plan (OMP) template: Odour regulation support V.01 – Oct 2024*. <https://www.sepa.org.uk>
- Servicio de Evaluación Ambiental. (2024, febrero 1). *Modificación Reglamento SEIA (Decreto Supremo N° 30/2023)*. Ministerio del Medio Ambiente. <https://www.sea.gob.cl/modificacion-reglamento-seia>
- Servicio de Evaluación Ambiental (SEA). (2024). *Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental – Documentos técnicos*. <https://www.sea.gob.cl>
- Subsecretaría de Desarrollo Regional y Administrativo (SUBDERE). (2019). *Catastro Nacional de Sitios de Disposición Final de Residuos Sólidos*.
- Sundberg, C., Franke-Whittle, I. H., Kauppi, S., Yu, D., Romantschuk, M., Insam, H., & Jönsson, H. (2011). *Characterisation of source-separated household waste intended for composting*. *Bioresource Technology*, 102(3), 2859–2867. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2010.10.075>
- Superintendencia del Medio Ambiente (SMA). (2021). *Informe de Fiscalización Ambiental Planta Armony DFZ-2021-1222-XIII-SRCA*. Gobierno de Chile.
- Superintendencia del Medio Ambiente. (2023). *Manual de fiscalización de emisiones odorantes*.
- Tchobanoglous, G., & Kreith, F. (2002). *Handbook of solid waste management* (2.^a ed.). McGraw-Hill.
- Televisión Nacional de Chile (TVN). (2023, enero 11). *Malos olores: Municipio de Quilicura responsabilizó a planta de compostaje*. <https://www.24horas.cl/actualidad/nacional/malos-olores-municipio-de-quilicura-responsabilizo-a-planta-de-compostaje>
- The Clinic. (2021, febrero 24). *Unas 50 familias del sector El Huape de Chillán denuncian plaga de moscas y malos olores: Apuntan a planta de compostaje*.

<https://www.theclinic.cl/2021/02/24/unas-50-familias-del-sector-el-huape-de-chillan-denuncian-plaga-de-moscas-y-malos-olores-apuntan-a-planta-de-compostaje/>

- United States Environmental Protection Agency (USEPA). (1998). *Handbook of air toxics: Volume I – Stationary sources*. CRC Press.
- Universidad de Chile. (2020, julio 5). *Compostaje: Una práctica sustentable para reducir la basura*. <https://uchile.cl/noticias/163488/compostaje-una-practica-sustentable-para-reducir-basura>
- Universidad de Chile. (2021). *Diseño de una planta industrial de compostaje de pilas estáticas aireadas con recuperación de calor* [Tesis de pregrado]. Repositorio Académico U. de Chile. <https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/186171/Diseno-de-una-planta-industrial-de-compostaje-de-pilas-estaticas-aireadas-con-recuperacion.pdf>
- Whitworth University Library. (n.d.). *Evaluating sources: Author credibility*. Whitworth University. <https://libguides.whitworth.edu/factfromfiction/authorcredibility>
- Wikifarmer. (s.f.). *La guía definitiva del compostaje industrial*. <https://wikifarmer.com/library/es/article/la-guia-definitiva-del-compostaje-industrial>
- Yilmaz, E., & Aydin, B. (2019). *Composting process and types: A review*. *Applied Ecology and Environmental Research*, 17(4), 9979–9996. https://www.aloki.hu/pdf/1704_99799996.pdf
- Zarra, T., Naddeo, V., & Belgiorno, V. (2014). *Odour impact assessment handbook*. Wiley.

9 Anexos

Anexo 1: Tasas de emisión de olores

Anexo 1a: Tasas de emisión de olores grupo 1.

Nombre de la Planta	Fuentes identificadas por la planta	Tasa de emisión de olor (uo/S)	Ranking
Ampliación Centro Crucero	PAD de Recepción de Material Estructurante	745	No presenta
	Biofiltro	96	
	Trincheras	3840	
	Patio Producto Terminado	2484	
Ampliación y Regularización Italo Cariola Sabaj	Almacenaje de guano	591,85	No presenta
	Compostaje en fase activa	25200	
	Compostaje en fase de maduración	1317	
	Piscina de lixiviados 1	349,69	
	Piscina de lixiviados 2	no	
Plataforma de Economía Circular Volta Los Lagos	Biofiltro	352,8	Si presenta
	Trincheras	5.736,96	
	Patio de maduración	1.200,00	
Centro de Compostaje Villa Alemana	Pretratamiento	15,930	No presena
	Cancha de compostaje fase activa	52,740	
	Cancha de compostaje fase de maduración	17,040	
	Almacenamiento	0	
Ecomaule: Plataforma de Reciclaje y Valorización	Cancha de compostaje 1	5283,75	Si presenta
	Cancha de compostaje 2	2610,3	
	Cancha de compostaje 3	7441,46	
	Cancha de compostaje 4	8420,32	
	Galpón de comostaje 1	1276,71	
	Galpón de comostaje 2	1626,82	
	Galpón de comostaje 3	1626,82	
	Galpón de comostaje 4	1626,82	
Modernización Planta Bulnes 1	PAD de Recepción de Residuos Orgánicos	401	No presena
	Trinchera de residuos orgánicos	1164	
	Zona de proceso de pilas para sustrato	2765	
	Zona de almacenamiento de producto terminado	608	
	Zona de armado de pilas	2402	

Anexo 1b: Tasa de emisión de olores grupo 2.

Reciclajes industriales (Armony)	Pilas altas piscinas	19964,92	Si presenta
	Volteo pilas altas	46196,18	
	Pila alta cierre	1125,37	
	Armado pila alta	1741,71	
	Armado pila sector Pila 51	4659,71	
	Pila Alta piscina sector Pilas 51	5755,63	
	Volteo Pila alta madura	474,39	
	Volteo pila baja madura	1099,46	
	Lavadero de camiones	1,13	
	Descarga de lodos	16398,95	
	Pilas bajas sin volteo	4991,42	
	Volteo pila baja	10773,93	
Planta de Compostaje de Catemito, IDEA CORP	S/I	S/I	No aplica
Planta de Compostaje Agrorgánicos Mostazal Ltda.	S/I	S/I	No aplica
Planta de Compostaje Agrorgánicos Mostazal II Ltda.	S/I	S/I	No aplica

Anexo 2: Ranking de emisión de olor

Anexo 2a: Ranking de emisión de olor de Ecomaule

Ecomaule				
Unidad	EO [ouE/m ² *s]	TEO [ouE/s]	% TEO	% TEO acum.
Pila Lodo Agroindustrial – Edad 1	14,7	181.530,30	23,81%	23,81%
Pila lodo sanitario – Edad 2 Otras Localidades	5,9	113.315,40	14,86%	38,67%
Pila lodo sanitario – Edad 1 Otras Localidades	3,8	90.892,20	11,92%	50,59%
Laguna de percolados	81,6	81.600,00	10,70%	61,29%
Pila lodo sanitario – Edad 2 Curicó	11,4	72.982,80	9,57%	70,86%
Pila Lodo Agroindustrial – Edad 2	8,3	61.876,50	8,11%	78,97%
Monorrelleno – Frente de trabajo	11,1	50.038,80	6,56%	85,53%
Pila lodo sanitario – Edad 1 Curicó	5,7	45.446,10	5,95%	91,49%
Relleno Sanitario – Frente de trabajo	21,3	18.105,00	2,37%	93,87%
Laguna de agua rechazo	81,6	12.566,40	1,65%	95,52%
Lechos de secado 2 (lavado de camiones)	32,8	8.757,60	1,15%	96,66%
Pila lodo sanitario – Edad 3 Curicó	5,6	6.493,20	0,85%	97,52%
Pila lodo sanitario – Edad 3 Otras Localidades	1,7	5.913,45	0,78%	98,29%
Pila Lodo Agroindustrial – Edad 3	1,6	3.840,00	0,50%	98,80%
Reactor aerobio 1	31,8	2.497,57	0,33%	99,12%
Reactor aerobio 2	31,8	2.497,57	0,33%	99,45%
Laguna lodos biológicos	21,2	1.433,12	0,19%	99,64%
Lechos de secado 1	4,2	1.268,40	0,17%	99,80%
Laguna agua tratada	2,4	904,8	0,12%	99,92%
Clarificador	14,2	343,64	0,05%	99,97%
Laguna lodo físico/químico	2,3	140,76	0,02%	99,99%
Floculador	14,2	100,37	0,01%	100,00%

Anexo 2b: Ranking de emisión de olor de Volta los lagos.

Volta los lagos					
ID	Unidad	EO [ouE/m ² s]	TEO [ouE/s]	% TEO	% TEO acum.
4	Chimenea Scrubber (Calcinación)	31.100,91	24.426,60	59,972%	59,970%
2	Trincheras	0,83	5.736,96	14,085%	74,058%
5	Sist. de abatimiento de olores Carbonato - Biofiltro	96,38	2.822,02	6,929%	80,986%
8	Laguna de digestato	0,32	2.592,00	6,364%	87,350%
12	Reactor de tratamiento aerobio SBR 1	19,08	1.431,00	3,513%	90,864%
13	Reactor de tratamiento aerobio SBR 2	19,08	1.431,00	3,513%	94,377%
3	Patio de maduración	0,4	1.200,00	2,946%	97,323%
6	Sist. de abatimiento de olores Biogás - Biofiltro	20,87	611,01	1,500%	98,823%
1	Sist. de abatimiento de olores Compostaje - Biofiltro	12,05	352,8	0,866%	99,690%
9	Estanque equalizador 1	3,8	41,75	0,102%	99,792%
10	Estanque equalizador 2	3,8	41,75	0,102%	99,895%
11	Estanque equalizador 3	3,8	41,75	0,102%	99,997%
7	Deshidratador	0,32	1,2	0,003%	100,000%

Anexo 2c: Ranking de emisión de olor de Armony

Armony		
Fuente de olor	Emisión olor (uoE/h)	Porcentaje emisión olor (%)
Volteo Pilas Altas	165.866.889	40,70%
Pilas Altas Piscinas	71.876.521	17,70%
Descarga de Lodos	59.036.162	14,50%
Volteo Pila Baja	38.786.225	9,50%
Pila Alta Piscina Sector Pila 51	20.721.457	5,10%
Pilas Bajas sin Volteo	17.968.881	4,40%
Armado Pila Sector Pila 51	16.775.140	4,10%
Armado Pila Alta	6.268.985	1,50%
Pila Alta Cierre	4.051.503	1,00%
Volteo Pila Baja Madura	3.958.010	1,00%
Volteo Pila Alta Madura	1.707.679	0,40%
Lavadero de Camiones	2.037	<0,1 %
Fosa Séptica	88.623	<0,1 %

Anexo 3: Datos de temperatura por etapa en proceso de compostaje

N°	Nombre de planta	Rango de temperatura en etapa Mesófila (°C)	Rango de temperatura en etapa Termófila (°C)	Rango de temperatura donde comienza la etapa de maduración (°C)
1	Plataforma de Economía Circular Volta Los Lagos	No declara datos	Mayor a 55	Entre 40-55
2	Ampliación y Regularización Italo Cariola Sabaj	No declara datos	Mayor a 55-65	40
3	Ampliación Centro Crucero	No declara datos	Entre 55-65	No declara datos
4	Centro de Compostaje Villa Alemana	Entre 15-40	Mayor a 40-65	40
5	Ecomaule: Plataforma de Reciclaje y Valorización	No declara datos		
6	Modernización Planta Bulnes 1	Entre 17-45	Entre 45-70	45

Anexo 4: Denuncias Centro crucero.

N°	ID	Fecha de ingreso	Denunciante	Materias denunciadas
1	115-X-2023	06-03-2023	Mirna Lorena Fontealba Cárdenas	Malos olores. No cuenta con patente municipal y se desconoce existencia de permiso ambiental.
2	76-X-2024	28-02-2024	Patricia Mercedes Barrientos Bello	Olores molestos, malestar físico y emocional.
3	542-X-2024	12-12-2024	Mirna Lorena Fontealba Cárdenas	Olores y ruidos molestos, afectando la salud física y mental de habitantes del sector, y afectación de plusvalía de las viviendas.
4	11-X-2025	16-01-2025	María Cecilia Elgueta Miranda	Ruidos molestos y malos olores.
5	54-X-2025	27-01-2025	María Lorena Jara Oyarzo	Olores molestos que provocan dolores de cabeza y vómitos.
6	53-X-2025	27-01-2025	Esteban Felipe Troncoso González	Malos Olores.
7	46-X-2025	26-01-2025	Guillermo Antonio Trujillo San Martín	Malos olores y posiblemente contaminación de esteros y humedales.
8	58-X-2025	28-01-2025	Mirna Lorena Fontealba Cárdenas	Olores, ruidos y contaminación de estero Las Yeguas; déficit hídrico.
9	55-X-2025	27-01-2025	Héctor Hernán Aguayo Rossel	Malos olores que generan náuseas, mareos, malestar estomacal, dolor de cabeza, entre otros.

10	56-X-2025	27-01-2025	Teresita Carmen Del Navarro Castro	Malos olores.
11	74-X-2025	06-02-2025	Macarena Ivette Águila Vásquez	Contaminación del aire, malos olores y ruidos molestos de ZeroCorp.
12	113-X-2025	23-02-2025	María Soledad Vergara Barriá	Malos olores.
13	118-X-2025	24-02-2025	Edith Carmen Del Águila Águila	Malos olores, afectación a la salud.
14	144-X-2025	13-03-2025	Genesis Belén Elgueta Del Río	Malos olores, afectación a la salud.
15	146-X-2025	13-03-2025	Erika Alejandra Riquelme Jiménez	Malos olores, afectación a la salud.
16	177-X-2025	19-03-2025	Daniela Andrea Águila Schwager	Malos olores, afectación a la salud.
17	178-X-2025	19-03-2025	Bárbara Marisela Águila Vásquez	Ruidos molestos y malos olores.
18	179-X-2025	19-03-2025	José Hualberto Águila Negrón	Ruidos molestos, malos olores, afectación a la salud.
19	180-X-2025	19-03-2025	Maritza Ximena Vásquez Águila	Ruidos molestos y malos olores.
20	181-X-2025	19-03-2025	Macarena Ivette Águila Vásquez	Ruidos molestos y malos olores.
21	189-X-2025	24-03-2025	Mirta Inés Carrera Escobar	Malos olores, afectación a la salud, contaminación de aguas.
22	199-X-2025	29-03-2025	María Cecilia Elgueta Miranda	Malos olores, afectación a la salud, contaminación de aguas, afectación en flora y fauna.
23	200-X-2025	31-03-2025	Cristopher Michael Soto Urbina	Malos olores, preocupación por contaminación de aguas subterráneas.
24	201-X-2025	31-03-2025	Libet Andrea Contreras Bonilla	Ruidos molestos y malos olores.
25	202-X-2025	31-03-2025	Fernando Andrés Concha Araneda	Malos olores, ruidos molestos.
26	203-X-2025	31-03-2025	Paulina Andrea Reyes Uribe	Malos olores, ruidos molestos, y moscas.

27	204-X-2025	31-03-2025	Maria Fernanda Silva Reyes	Malos olores, contaminación de capas subterráneas, esteros, y afectación a la salud.
28	211-X-2025	02-04-2025	Juan Carlos Almonacid Muñoz	Malos olores, afectación a la salud.
29	213-X-2025	03-04-2025	Edith Carmen Del Águila Águila	Malos olores, afectación a la salud y a la calidad de vida.
30	214-X-2025	03-04-2025	Guillermo Antonio Trujillo San Martín	Malos olores y generación de factores como moscas.
31	220-X-2025	04-04-2025	Elena Edolicia Barría Navarro	Contaminación de aguas, flora y fauna, malos olores, y generación de factores como moscas.
32	216-X-2025	04-04-2025	Edith Carmen Del Águila Águila	Ruidos molestos, malos olores, afectación a la calidad de vida
33	218-X-2025	04-04-2025	Valentina Alejandra Correa Cabrera	Malos olores, dudas sobre la calidad del tratamiento de los residuos que ahí se ejecutan y posible afectación en la calidad de las aguas subterráneas, el suelo y demás componentes ambientales.
34	219-X-2025	04-04-2025	Patricia Carmen Del Bustamante Barrientos	Malos olores, afectación a la calidad de vida.
35	217-X-2025	04-04-2025	María Lorena Jara Oyarzo	Malos olores, afectación a la salud.
36	215-X-2025	04-04-2025	María Isabel Álvarez Ramírez	Malos olores, contaminación de capas subterráneas, esteros, y afectación a la salud
37	222-X-2025	05-04-2025	Marcos Alejandro Ortiz López	Malos olores, afectación a la salud
38	223-X-2025	06-04-2025	Marcos Alejandro Ortiz López	Malos olores y generación de factores como moscas.
39	224-X-2025	07-04-2025	Guillermo Antonio Trujillo San Martín	Ejecución de obras sin plan de mitigación, malos olores.

40	227-X-2025	07-04-2025	Marcos Alejandro Ortiz López	Eventos críticos de mal olor, intensificado, incumplimiento de medidas precautorias.
41	225-X-202	07-04-2025	Mirna Lorena Fontealba Cárdenas	Emanación de gases y olores tóxicos, afectación a la calidad de vida.
42	226-X-2025	07-04-2025	María Soledad Vergara Barría	Malos olores insoportables, generación de factores como moscas.
43	235-X-2025	11-04-2025	María Eliana Castro Quezada	Malos olores, ruidos molestos, afectación a la calidad de vida.
44	236-X-2025	11-04-2025	Stephanie Teresita Contador Oyarzún	Malos olores, afectación a la calidad de vida.
45	237-X-2025	11-04-2025	Nicolás ALEJANDRO CONTADOR OYARZÚN	Malos olores, afectación a la salud.
46	250-X-2025	16-04-2025	ALEJANDRO SAÚL Contador QUILODRÁN	Malos olores, afectación a la salud, generación de factores como moscas y ratones.
47	251-X-2025	16-04-2025	Marcela Patricia Quijano Saffie	Malos olores, ruidos molestos, afectación a la salud, contaminación del Estero Potrerillo Las Yeguas, afectación al suelo, flora y fauna.
48	248-X-2025	16-04-2025	Edith Carmen Del Águila Águila	Contaminación por mal proceso de compostaje y sin mitigación de olores.
49	270-X-2025	25-04-2025	Edith Carmen Del Águila Águila	Malos olores, generación de factores como moscas y roedores, ruidos molestos y afectación a la calidad de vida.

Anexo 5: Base de datos del Departamento de Economía Circular del MMA

Región	Ciudad	Nombre del proyecto	Resolución Sanitaria
1	Iquique	Compostaje Agrícola La Mina	No hay datos
2	Calama	Proyecto Piloto De Compostaje Vivero Municipal De Calama	No hay datos
3	Coquimbo	Planta De Compostaje De Guano De Gallina	No hay datos
4	Coquimbo	Módulos De Compostaje De Aves Muertas Para La	No hay datos

		Operación Avícola Comercial	
5	Coquimbo	Planta De Compostaje De Guano De Aves De Postura	No hay datos
6	Salamanca	Minera Los Pelambres	Inactiva No presenta RS para validar tratamiento
7	Quintero	Cancha Piloto Compostaje Municipal	No hay datos
8	Viña del Mar	Planta Compostaje Luz Verde	No hay datos
9	San Antonio	Planta De Compostaje Maitenlahué	No hay datos
10	Quillota	Granja De Compostaje Quillota (Ecoglobal Ambiente S.A.)	No hay datos
11	Los Andes	REYCOMP (Reciclaje Y Compostaje Italo Antonio Cariola Sabaj E.I.R.L)	No
12	Isla de Pascua	Programa Compostaje Domiciliario Isla De Pascua	No hay datos
13	Santiago	Ilustre Municipalidad De Santiago	No hay datos
14	San Pedro (Provincia Melipilla)	Nueva Cancha Compostaje La Manga	No hay datos
15	Tiltil	Ecoglobal Chile	No hay datos
16	Colina	"Proyecto Mejoramiento De Manejo De Guano De Aves De Postura Mediante Compostaje Mecanizado/Encapsulado	No hay datos
17			No hay datos
18	La Pintana	Mini Taller De Compostaje Municipal En Dependencias De La Dirección De Gestión Ambiental	No hay datos
19	Paine	Compostaje De Desechos Vegetales Comunidad De Águila Norte	No hay datos
20	Pudahuel	Reciclajes Industriales	Activa
21	San Bernardo	Planta De Compostaje De Catemito, IDEA CORP	Activa

22	Peñalolen	Ecoparque Peñalolen	No hay datos
23	Mostazal	Planta De Compostaje Agrorgánicos Mostazal Ltda.	Activa
24	Chimbarongo	Planta De Compostaje Agrorgánicos Mostazal II Ltda.	Activa
25	Rancagua	Faena De Producción De Compost	No hay datos
26	Romeral	Actividad De Compostaje Proyecto Viña Orgánica Los Huañiles	No hay datos
27	Talca	Centro De Tratamiento De Residuos Ecomaule	Activa
28	Vichuquen, San Javier	Planta De Compostaje, Centro De Tratamiento ECOMAULE S.A	No hay datos
29	Talcahuano	I. Municipalidad De Talcahuano	No hay datos
30		Centro Integral De Tratamiento Ambiental Fundo Las Cruces: CITA ECOBIO S.A	No hay datos
31	Temuco	Planta Compostaje Vega Modelo	No hay datos
32	Paillaco	Planta Rilesur	Activa
33	Ciudad	Nombre Del Proyecto	Resolución Sanitaria
34	Iquique	Compostaje Agrícola La Mina	No hay datos
35	Talcahuano	I. Municipalidad de Talcahuano	No hay datos
36	Temuco	Planta Compostaje Vega Modelo	No hay datos
37	Paillaco	PLANTA RILESUR	Activa

Anexo 6: Matriz Proyectos EIO

Anexo 6a: Matriz Proyectos EIO (Antecedentes Generales).

Antecedentes generales		
Nombre del proyecto	Año de elaboración EIO	Estado del proyecto según el EIO
Ampliación Centro Crucero	2021	Inexistente
Ampliación y Regularización Italo Cariola Sabaj	2023	Inexistente
Plataforma de Economía Circular Volta Los Lagos	2023	Inexistente
Centro de Compostaje Villa Alemana	2021	Inexistente
Ecomaule: Plataforma de Reciclaje y Valorización	2020	Inexistente
Modernización Planta Bulnes 1	2021	Inexistente
Reciclajes industriales (Armony)	2015	En ejecución

Anexo 6b: Matriz proyectos EIO (clasificación por fuente).

Fuentes			
Nombre del proyecto	Metodología para estimación de emisión según guía	Fuente identificada	Tipo de fuente
Ampliación Centro Crucero	Emisión de referencia	PAD de Recepción de Material Estructurante	Área
		Biofiltro	Área
		Trincheras	Área
		Patio Producto Terminado	Área
Ampliación y Regularización Italo Cariola Sabaj	Muestreo estático para olfatometría y ofatometría dinámica	Almacenaje de guano	Área
		Compostaje en fase activa	Área
		Compostaje en fase de maduración	Área
	Emisión de referencia	Piscina de lixiviados 1	Área
Piscina de lixiviados 2		Área	
Plataforma de Economía Circular Volta Los Lagos	Emisión de referencia	Biofiltro	Área
		Trincheras	Área
		Patio de maduración	Área
Centro de Compostaje Villa Alemana	Factor de emisión	Zona de Pretratamiento	Área
		Cancha de compostaje fase activa	Área
		Cancha de compostaje fase de maduración	Área
		Almacenamiento	Área

Ecomaule: Plataforma de Reciclaje y Valorización	Emisión de referencia	Cancha de compostaje 1	Área
		Cancha de compostaje 2	Área
		Cancha de compostaje 3	Área
		Cancha de compostaje 4	Área
		Galpón de compostaje 1	Puntual
		Galpón de compostaje 2	Puntual
		Galpón de compostaje 3	Puntual
		Galpón de compostaje 4	Puntual
Modernización Planta Bulnes 1	Emisión de referencia	PAD de Recepción de Residuos Orgánicos	Área
	Muestreo estático para olfatometría y ofatometría dinámica	Trinchera de residuos orgánicos	Área
		Zona de proceso de pilas para sustrato	Área
		Zona de almacenamiento de producto terminado	Área
		Zona de armado de pilas	Área
Reciclajes Industriales (Armony)	Muestreo estático para olfatometría y ofatometría dinámica	Pilas altas piscinas	Área
		Volteo pilas altas	Área
		Pila alta cierre	Área
		Armado pila alta	Área
		Armado pila sector Pila 51	Área
		Pila Alta piscina sector Pilas 51	Área
		Volteo Pila alta madura	Área
		Volteo pila baja madura	Área
		Lavadero de camiones	Área
		Descarga de lodos	Área
		Pilas bajas sin volteo	Área
		Volteo pila baja	Área

Anexo 6c: Matriz proyectos EIO (Datos referentes a la muestra).

Datos referentes a la muestra						
Nombre del proyecto	Estación del año en que se realizó muestreo en proyecto o referencia	Materia prima procesada al momento de muestrear en proyecto o referencia en la toma de muestras	Caracterización según guía	Etapas del proceso de compostaje en que se extrae la muestra (si aplica)	Existencia de descripción del momento en que se toma la muestra (hora, actividades previas al muestreo, etc)	Existencia de caracterización de la muestra
Ampliación Centro Crucero	Primavera	Corteza	Si	Pretratamiento	No	No
	No aplica	No aplica		Pretratamiento	No	No
	Invierno	Lodos de PTAS		Compostaje activo	No	No
	Primavera	Corteza		Pretratamiento	No	No
Ampliación y Regularización Italo Cariola Sabaj	Invierno	No específica	Cumple criterios mínimos	Recepción	No	No
	Invierno	No específica		Compostaje activo	No	No
	Otoño	No específica	si	Maduración	No	No
	Otoño	No específica		No aplica	No	No
Plataforma de Economía Circular Volta Los Lagos	Otoño	No específica	si	No aplica	No	No
	Otoño	No específica		no específica	No	No
	Otoño	No específica		Compostaje activo	No	No
Centro de Compostaje Villa Alemana	No específica	No específica	Si	Maduración	No	No
	No específica	No específica		Pretratamiento	No aplica	No aplica
	No específica	No específica		Compostaje activo	No aplica	No aplica
	No específica	No específica		no específica	No aplica	No aplica
Ecomaule: Plataforma de Reciclaje y Valorización	Otoño	No específica	si	Compostaje activo	No	No
	Otoño	No específica		Compostaje activo	No	No
	Otoño	No específica		Compostaje activo	No	No
	Otoño	No específica		Compostaje activo	No	No
	Otoño	No específica		Compostaje activo	No	No
	Otoño	No específica		Compostaje activo	No	No
	Otoño	No específica		Compostaje activo	No	No
	Otoño	No específica		Compostaje activo	No	No
Modernización Planta Bulnes 1	Primavera	No específica	Cumple criterios mínimos	Pretratamiento	No	No
	Primavera	No específica		compostaje activo	No	No
	Primavera	No específica		compostaje activo	No	No
	Primavera	No específica		maduración	No	No
	Primavera	No específica		Pretratamiento	No	No
Reciclajes Industriales (Armony)	Invierno	No específica	Cumple criterios mínimos	No específica	14:30, estos fueron tomados en	No
	Invierno	No específica		No específica		No
	Invierno	No específica		No específica		No
	Invierno	No específica		Pretratamiento		No
	Invierno	No específica		Pretratamiento		No
	Invierno	No específica		No específica		No
	Invierno	No específica		Maduración		No
	Invierno	No específica		Maduración		No
	Invierno	No específica		No aplica		No
	Invierno	No específica		Pretratamiento		No
	Invierno	No específica		No específica		No
	Invierno	No específica		No específica		No

Anexo 6d: Matriz proyectos EIO (Datos referentes a la muestra).

Datos referentes a la inmisión			
Nombre del proyecto	Metodo para cálculo de inmisión de olor	Informa distancia con las comunidades posiblemente afectadas	Informa distancia con los receptores de olor
Ampliación Centro Crucero	Modelo de dispersión de olor: Calpuff	Si	Si
Ampliación y Regularización Italo Cariola Sabaj	Modelo de dispersión de olor: Calpuff	Si	Si
Plataforma de Economía Circular Volta Los Lagos	Modelo de dispersión de olor: Calpuff	Si	Si
Centro de Compostaje Villa Alemana	Modelo de dispersión de olor: Calpuff	Si	Si
Ecomaule: Plataforma de Reciclaje y Valorización	Modelo de dispersión de olor: Calpuff las canchas de	Si	Si
Modernización Planta Bulnes 1	Modelo de dispersión de olor: Calpuff	Si	Si
Reciclajes Industriales (Armony)	Modelo de dispersión de olor: Calpuff	Si	Si